

ARCHIVES NÉERLANDAISES

DES

SCIENCES EXACTES ET NATURELLES

PUBLIÉES PAR

LA SOCIÉTÉ HOLLANDAISE DES SCIENCES A HARLEM,

ET REDIGÉES PAR

E. H. VON BAUMHAUER

Secrétaire de la Société

AVEC LA COLLABORATION DE

MM. **D. Bierens de Haan, C. A. J. A. Oudemans, W. Koster, C. H. D. Buijs Ballot et S. C. Snellen van Vollenhoven.**

TOME VIII.

LA HAYE,
MARTINUS NIJHOFF,
1873.

TABLE DES MATIÈRES.

ARCHIVES NÉERLANDAISES

DES

Sciences exactes et naturelles.

LES TRAJECTOIRES MINIMA:

$$\delta \int_{s_1}^{s_2} \varphi (v) \; ds = 0.$$

PAR

P. SCHURINGA.

Le Calcul des Variations a fait connaître, comme trajectoires d'un point matériel, différentes courbes qui satisfont pour diverses formes de φ à la formule ci-dessus, où $\varphi (v)$ signifie une certaine fonction de la vitesse v, et ds l'élément de la courbe. Par exemple, pour $\varphi(v) = \frac{1}{v}$ on a les *brachistochrones*, et les *géodésiques* vérifient la substitution $\varphi (v) = c$. De même la substitution $\varphi (v) = v$ donne les *trajectoires naturelles*: c'est ainsi que les courbes, décrites par un point matériel en vertu du *principe de la moindre action*, ont été nommées par M. E. Roger, auteur d'un „Mémoire sur les trajectoires minima'', publié à la suite de sa traduction des „Disquisitiones generales'' de Gauss. L'intérêt que j'avais pris à l'étude du Calcul des Variations, joint à la nouvelle de la publication de M. Roger, m'a déterminé à faire les „trajectoires minima'' l'objet de mes recherches. Et voilà la cause de ce que ma dissertation inaugurale [1]) traite des courbes qui rendent

[1]) *Beschouwingen over de minimum-loopbanen*: $\delta \int_{s_1}^{s_2} \varphi (v) \; ds = 0$. Juin 1872.

minimum une intégrale $\int_{s_1}^{s_2} \varphi(v)\, ds$ pour des formes quelconques de φ, — en les envisageant à un point de vue général. La lecture du „Mémoire", que je viens de citer, m'a fait voir que les idées et les indications de l'auteur différent plus d'une fois des vues théoriques qui m'ont guidé moi-même, aussi bien que des résultats auxquels je suis parvenu, et qui serviront de matière au présent exposé.

Ma dissertation se compose de cinq chapitres. Le premier commence par établir, une fois pour toutes, la supposition de l'existence d'une *fonction des forces* (du reste arbitraires), et d'une *surface* sur laquelle le point est obligé de se mouvoir, comme cas général. Le nombre des coordonnées du point étant trois, la surface donnée constitue ce qu'on appelle *liaisons incomplètes*, et s'il n'y a point d'autres relations données, le mouvement satisfait au *principe de la moindre action*, et donne lieu à la *trajectoire naturelle*. Mais, outre ce pas particulier, il existe une infinité de *trajectoires gênées*, que le point peut suivre si son mouvement se trouve modifié par des obstacles. La décomposition de toutes les forces qui agissent sur le point, fait voir que ces obstacles peuvent toujours être représentés par une *pression latérale* D, dirigée suivant la normale à la courbe, menée dans le plan tangent à la surface: la „*normale latérale*." Cette pression D, qu'on pourrait aussi remplacer par une seconde surface, coupant orthogonalement la première, peut donc être regardée ici comme une seconde liaison. D'après cela, les trajectoires gênées répondent aux *liaisons complètes*, et l'on sait que dans ce cas le principe de la moindre action cesse d'avoir lieu. Au contraire, le principe des forces vives subsiste encore dans ce cas, et de même la fonction des forces, donnée auparavant, reste inaltérée par l'addition de la force D, et c'est là ce que je prouve dans le commencement de mon premier chapitre. Cette démonstration est suivie d'un résumé succinct des principes fondamentaux et des règles du Calcul des Variations, se bornant à ce qui est nécessaire pour les intégrales simples et pour les développements de la suite, et en ayant soin

de fixer l'attention sur les équations indéfinies et les équations aux limites. C'est spécialement l'excellent ouvrage de MM. Moigno et Lindelöf qui a prêté ici sa notation claire et ses théories achevées.

Ces principes établis, j'aborde le problème actuel, en le considérant comme une question analytique de minimum relatif, revenant à la recherche d'un minimum absolu, dans laquelle la fonction V sous le signe d'intégration est: $V = \varphi(v) + \lambda\left(\frac{dx^2}{ds^2} + \frac{dy^2}{ds^2} + \frac{dz^2}{ds^2} - 1\right) + \mu F(x, y, z)$, où λ et μ signifient des fonctions indéterminées de la variable indépendante s, tandis que $F = 0$ est l'équation de la surface. En substituant cette valeur de V dans les formules rappelées au début je trouve aisément, après quelques transformations, pour les équations des trajectoires minima sur une surface, dans le cas général:

$$[A] \ldots\ldots \left\{ \begin{aligned} &\frac{\varphi^1(v)\left[\frac{dv}{dx} - \frac{dv}{ds}\frac{dx}{ds}\right] - \varphi(v)\frac{d^2x}{ds^2}}{\frac{dF}{dx}} = \\ &\frac{\varphi^1(v)\left[\frac{dv}{dy} - \frac{dv}{ds}\frac{dy}{ds}\right] - \varphi(v)\frac{d^2y}{ds^2}}{\frac{dF}{dy}} = \\ &\frac{\varphi^1(v)\left[\frac{dv}{dz} - \frac{dv}{ds}\frac{dz}{ds}\right] - \varphi(v)\frac{d^2z}{ds^2}}{\frac{dF}{dz}} = \end{aligned} \right\} \ldots = \mu.$$

Ce sont les mêmes qu'a trouvées M. Roger. D'elles résultent pour les trajectoires minima *absolues* (c'est-à-dire dans l'espace libre) les trois équations qu'on obtient en égalant à zéro les trois premiers membres de [A]. Enfin, en traitant v comme fonction immédiate de s, on trouve la ligne droite comme *solution singulière* absolue, indépendante de φ. Les équations [A] n'ont été trouvées qu'après l'intégrale $\varphi(v) - 2\lambda = K$, K étant une constante, qu'on reconnaît ensuite s'annuler en vertu des équations aux limites, dans le cas général où la longueur de la courbe n'est pas donnée. Par

conséquent, l'équation précédente se réduit à celle-ci: $2\lambda = \varphi(v)$, dont la substitution dans le résultat d'une combinaison singulière des équations indéfinies donne naissance à la relation remarquable:

$$[B] \ldots\ldots \qquad R \cos \omega = -\frac{v^2}{\varrho} \cos \Phi \frac{-\varphi(v)}{v\varphi^1(v)}.$$

Ici $R \cos \omega$ et $-\frac{v^2}{\varrho} \cos \Phi$ signifient les *composantes latérales* de la résultante R du système donné de forces et de la force centrifuge $-\frac{v^2}{\varrho}$, ω et Φ étant les angles que les directions de la résultante et du rayon de courbure ϱ font respectivement avec la normale latérale. La relation [B] fait connaître le *théorème*: que *ces deux composantes sont entre elles comme* $\frac{\varphi(v)}{v}$ *est à* $\varphi^1(v)$. Ce rapport devient très-simple pour quelques trajectoires particulières. Par exemple, pour les *géodésiques*, on peut avoir $\varphi(v) = c$, par conséquent [B] donne $-\frac{v^2}{\varrho} \cos \Phi = 0$, et $\cos \Phi = 0$, résultat connu; pour les *lignes de niveau*, on a $\varphi(v) = 0$ et $\varphi^1(v) = 0$: dans ce cas le rapport des deux composantes devient indéterminé. Pour les *trajectoires naturelles*, $\varphi(v) = v$ donne $-\frac{v^2}{\varrho} \cos \Phi = -R \cos \omega$; et pour les *brachistochrones*, $\varphi(v) = \frac{1}{v}$, on a $-\frac{v^2}{\varrho} \cos \Phi = R \cos \omega$; donc, pour ces deux dernières, les deux composantes sont égales entre elles, mais elles sont dirigées en sens contraire dans les trajectoires naturelles, et en sens égal dans les brachystochrones. Ces deux propriétés ont déjà été reconnues par Euler.

Un théorème analogue subsiste pour les trajectoires minima *absolues*, pourvu qu'on prenne à la place du plan tangent un plan qui passe par le rayon de courbure, et qu'on considère par conséquent ce rayon comme „normale latérale." Lorsque $\varphi^1(v)$ n'est pas 0, ni $v = \infty$, la résultante R se trouve aussi toujours située dans le plan osculateur de la trajectoire absolue, comme je le démontre de suite.

La discussion des termes aux *limites* est une des plus importantes dans ce problème, comme dans toutes les questions de maximum ou de minimum. Premièrement, si la *longueur* $s_2 - s_1$ est donnée (trajectoire isopérimètre), la constante K ci-dessus n'est pas nulle, et cette circonstance ne modifie que légèrement les résultats précédents. Ensuite, si dans ce cas φ est indéterminée, ou si $\varphi(v) = c$ (les *géodésiques*), on a les deux théorèmes de Gauss relatifs aux géodésiques et au cercle géodésique. Ces conclusions ne subsistent pas pour les lignes de niveau, parce qu'à différents individus de ces courbes répondent différentes formes de φ. En second lieu, quand la longueur $s_2 - s_1$ n'est pas donnée, si la limite inférieure se déplace le long d'une courbe ou d'une surface normales à la trajectoire, le minimum subsiste lorsque la limite supérieure se déplace également suivant une „trajectoire orthogonale.” Cette condition de déplacement orthogonal n'est cependant pas nécessaire. Dans le cas des *brachistochrones*, si les circonstances initiales restent invariables, pour acquérir la même vitesse dans différentes trajectoires, les points terminaux doivent se trouver sur une même courbe orthogonale à toutes les trajectoires. La démonstration de ce théorème paraît exiger la méthode synthétique, dont effectivement Euler et M. Bertrand se sont servis dans ce cas; du moins j'ai réfuté la démonstration analytique de M. Roger (t. XIII du *Journal* de Liouville), qui suit la marche de Gauss pour les géodésiques. En général, je nie la possibilité de tirer des termes aux limites aucune conséquence, ayant rapport aux temps dans le problème actuel, si la courbe doit se trouver sur une surface donnée, et que la fonction des forces n'est pas connue.

Le second chapitre de ma dissertation s'occupe des forces, pour la plupart dans le plan normal de la trajectoire, qui agissent sur le point matériel. La considération de la pression latérale D, qui est la somme des deux composantes R $\cos \omega$ et $-\frac{v^2}{\varrho} \cos \psi$, me conduit à la décomposition de toutes les forces dans trois directions orthogonales entre elles, savoir: la direction de la tangente

à la courbe, celle de la „normale latérale" et celle de la normale à la surface. Afin de connaître plus précisément le rôle joué par la pression D dans le mouvement gêné sur une surface, des équations spéciales sont déduites pour ce cas général, savoir:

$$1) \ldots\ldots \quad \left| \frac{v\frac{dv}{dx} - \frac{dv}{dt}\frac{dx}{ds} - v^2\frac{d^2x}{ds^2} + D\cos\alpha}{\frac{dF}{dx}} = \frac{v\frac{dv}{dy} - \frac{dv}{dt}\frac{dy}{ds} - v^2\frac{d^2y}{ds^2} + D\cos\beta}{\frac{dF}{dy}} = \frac{v\frac{dv}{dz} - \frac{dv}{dt}\frac{dz}{ds} - v^2\frac{d^2z}{ds^2} + D\cos\gamma}{\frac{dF}{dz}} = \right| \ldots = NW.$$

où N désigne la résistance de la surface, et où

$$W = \frac{-1}{\sqrt{\left(\frac{dF}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dF}{dy}\right)^2 + \left(\frac{dF}{dz}\right)^2}},$$ tandis que α, β, γ sont les angles que la normale latérale fait respectivement avec les axes des x, y, z. Après cela, la détermination de l'angle ϕ est suivie de celle des angles α, β, γ; les expressions des cosinus de ceux-ci sont d'accord avec les formules qu' Euler a trouvées par une méthode plus géométrique. De là résultent des expressions pour les composantes de D dans les trajectoires minima.

Des deux composantes *latérales* de la pression D, c'est surtout la composante due à la force motrice, $D^1 = R\cos\omega$, qui est d'un grand intérêt, et que je signale comme *force déflective*, en nommant *déflexion* l'angle infiniment petit que la trajectoire fait avec la géodésique (section normale) de même tangente. La „déflexion" répond à un rayon de déflexion $r = \frac{\varrho}{\cos\phi}$, qui devient rayon de „courbure simple" si l'on rabat la trajectoire dans un plan. La force déflective $D^1 = R\cos\omega$ se détermine dans les trajectoires

minima par la relation importante [B]. La combinaison du théorème de Meûnier avec l'expression du rayon de déflexion donne: $D^1 = \frac{v^2}{r} \frac{\varphi(v)}{v\varphi^1(v)}$. Cette formule conduit à une conclusion importante relativement au rabattement de la trajectoire, et devient dans le cas de la trajectoire *naturelle:* $D^1 = \frac{v^2}{r}$. Si la surface donnée est un plan, les deux formules précédentes deviennent:

2) ...... $D^1 = \frac{v^2}{\varrho} \frac{\varphi(v)}{v\varphi^1(v)}$, et $D^1 = \frac{v^2}{\varrho}$.

Les trois formules [A], [B] et 1) donnent les moyens d'exprimer la valeur de la fonction μ employée ci-dessus. L'expression que j'obtiens diffère de celle de M. Roger: conséquence de la différence des méthodes.

Ensuite, la détermination de la grandeur et de la direction de la *pression* normale *totale* sur la courbe fournit l'occasion de résoudre un spécimen de problèmes analogues à ceux qu' Euler a traités dans sa *Mechanica*. Le chapitre se termine par quelques formules nouvelles, obtenus par une autre méthode de décomposition des forces, d'où:

[C] ..... $\varphi(v) = ce^{\int \frac{\varepsilon}{tg\,\psi}}$,

où ε désigne la déflexion, et ψ l'angle que la tangente à la trajectoire fait avec la direction de la composante de R dans le plan tangent. Si la surface est un plan, cette formule devient:

[C*] ..... $\varphi(v) = \frac{c}{sin\,\psi}$.

Le troisième chapitre donne la classification des trajectoires minima. D'abord, on satisfait aux équations [A] *indépendamment de φ*, par les *géodésiques*, et c'est pour cette raison que je signale celles-ci comme *solutions singulières* des équations [A], de manière que lorsque la résultante R est située dans le plan normal à la surface, qui contient la tangente à la trajectoire, celle-ci peut être considérée comme étant trajectoire naturelle, brachistochrone, etc. etc. C'est en quoi je m'écarte de l'opinion de M. Roger qui

désigne $\varphi(v) = c$ comme *caractéristique* pour la géodésique, et fait deux trajectoires différentes de celle-ci et de la *ligne de plus grande pente*, considérée comme l'enveloppe des projections de la résultante dans le plan tangent. Au contraire, je démontre l'*identité* de ces deux lignes. Après avoir rappelé les différentes équations de la géodésique, ainsi que les expressions de son rayon de courbure, j'arrive à d'autres *solutions singulières*, en ayant égard aux *lignes de niveau*, définies comme les intersections de la surface donnée avec les différentes surfaces de niveau. Ces lignes satisfont aux équations [A], indépendamment du moins de la *forme* de φ, et j'en cite quelques exemples.

Pour ce qui regarde les autres trajectoires minima, elles se caractérisent d'une manière déterminée par la forme de φ. D'après cela, les *géodésiques*, ou lignes de plus grande pente, et les lignes de niveau se présentent comme des *espèces singulières*, les premières dans un sens tout à fait général. Au contraire, les autres trajectoires minima paraissent être autant d'espèces *particulières*, dont la surface donnée détermine la *classe*, et dont le système donné de forces caractérise la *famille*, tandis que la forme de φ fait connaître l'*espèce*, et que les limites déterminent l'*individu*. Les trajectoires naturelles formant un groupe distinct, c'est ici que, parmi les trajectoires gênées, j'examine encore généralement les *brachistochrones*. Une des propriétés les plus intéressantes de ces dernières, consiste en l'égalité des deux composantes de la pression latérale. Une autre propriété remarquable, également connue de la brachistochrone, dans le cas de la pesanteur, c'est que la longueur du rayon de courbure est égale à deux fois celle de la projection de la normale latérale dans le plan osculateur, si l'on prolonge cette projection jusqu'au plan de niveau du point de départ.

Le quatrième chapitre est consacré à l'étude spéciale des trajectoires naturelles et du principe de la moindre action. Dans ces trajectoires on a $D = 0$, et réciproquement si l'on pose $D = 0$ dans les équations 1), la comparaison du résultat aux équations [A] donne $\varphi(v) = c$. C'est là une nouvelle démonstration du principe de la moindre action, pour le cas d'un seul point. Ce

principe fait ensuite le sujet d'un coup d'œil historique, dans lequel sont signalés les mérites d' Euler et de Lagrange. La démonstration générale de ce dernier précède la remarque que, jusque là, l'analyse pouvait assurer, qu'il y a maximum seulement *ou* minimum. A cette occasion je n'ai pas pu m'empêcher de reproduire l'ingénieuse démonstration du *minimum* réel, dans le cas des liaisons incomplètes, due à M. J. A. Serret [1]). Cette démonstration, d'après la méthode de Jacobi, dépend en dernière instance de la théorie des déterminants, sur l'application de laquelle j'ai jugé utile d'ajouter quelques mots de développement. Quand on a des liaisons complètes, comme dans le cas des trajectoires gênées, alors $n - 1 = 0$, si n signifie ce qui reste du nombre des cordonnées après la soustraction de celui des liaisons, et de là résulte, suivant la démonstration de M. Serret, que dans les trajectoires gênées l'„action'' ne saurait être minimum. Quoiqu'on puisse réduire ces trajectoires à des trajectoires naturelles, en *altérant essentiellement* le système des forces données, la distinction de maximum ou de minimum dans les trajectoires gênées elles-mêmes reste encore impossible. Néanmoins, cette indécision ne change rien à la certitude des propriétés de ces courbes, trouvées ici, et déduites des formules [A], [B] et [C]. Du reste, on peut assigner les valeurs géométriques extrêmes, entre lesquelles les limites de l'intégrale doivent être comprises pour qu'en général un maximum ou un minimum soit possible. En effet, si toutes les trajectoires d'une même espèce et partant d'un même point ont une enveloppe, je démontre que le maximum ou le minimum sera impossible, si l'autre extrémité de la trajectoire se trouve au-delà du point de contact avec l'enveloppe. Ce résultat général a déjà été trouvé par Jacobi pour les trajectoires naturelles.

Enfin mon dernier chapitre traite de quelques familles plus importantes de trajectoires minima. D'abord se présentent les trajectoires minima *absolues*, décrites sous l'action d'une *force centrale*, — lesquelles sont toujours situées dans un *plan*, dans

[1]) *Comptes rendus* de l'Ac. des Sc., 12 et 17 Juin et 31 Juillet 1871.

lequel les secteurs, parcourus par les projections du rayon vecteur dans l'unité de temps, se trouvent être en raison du quotient $\frac{v}{\varphi(v)}$. La géodésique, espèce singulière, devient ici la ligne droite passant par le centre de force; pour le cas de l'attraction universelle, il est aisé de démontrer la propriété trouvée par Laplace: que les temps employés à parcourir une longueur donnée sont égaux dans le cas général du mouvement elliptique et dans le cas singulier du mouvement rectiligne. Du reste je m'attache à l'opinion de Laplace, que le point matériel, après avoir atteint le centre d'attraction, s'en éloigne au-delà à une distance égale à celle de laquelle il était venu. Des espèces particulières de cette famille de trajectoires minima, les plus remarquables sont celles qui se caractérisent par la formule $\varphi(v) = v^m$, m étant un nombre positif ou négatif. Dans ces différentes trajectoires, les secteurs décrits par les projections du rayon vecteur dans l'unité de temps sont entre eux comme les puissances $(m - 1)$-ièmes des vitesses, tandis que celles-ci sont en raison inverse de la longueur de la perpendiculaire abaissée du centre des forces sur la tangente. Enfin la substitution $\varphi(v) = v^m$ dans la première des formules 2), donne:

$$3) \ldots\ldots \qquad D^1 = \frac{1}{m}\frac{v^2}{\varrho}, \text{ donc } D = -\frac{v^2}{\varrho}\frac{m-1}{m}.$$

Les espèces les plus importantes de ce groupe sont: 1° les *trajectoires naturelles centrales*, $m = 1$: ici se rangent les orbites planétaires et cométaires; et 2° les *brachistochrones centrales*, $m = -1$. On trouve aisément ce que deviennent pour toutes deux les théorèmes énoncés plus haut et les formules 3).

Ensuite j'examine les trajectoires minima absolues sous l'action d'une force *d'intensité et de direction constantes*. Dans ce cas, où la fonction des forces est connue, je cherche encore à part les conditions du minimum, et je trouve une relation correspondante à la formule [B]. Une démonstration générale apprend ensuite que ces trajectoires, comme les précédentes, sont toujours situées dans un plan déterminé. La considération des termes aux *limites*

fait voir que le minimum subsiste: 1° lorsque l'extrémité de la courbe se déplace le long d'une „trajectoire orthogonale", la position et la vitesse initiales étant données; 2° lorsque les tangentes aux deux courbes limites dans les extrémités de la trajectoire sont parallèles. Si dans ce dernier cas la vitesse initiale seulement est donnée, il faut en outre que les deux courbes limites soient normales à la trajectoire. Après avoir fait mention des espèces singulières, j'examine de plus près, comme dans la famillle précédente, le *groupe* des espèces particulières qui se caractérisent par la formule $\varphi(v) = v^m$, m étant positif ou négatif. Ces trajectoires ont pour équation différentielle:

4) ...... $$\frac{dz}{dx} = \left[\left(\frac{z-h}{a}\right)^m - 1\right]^{1/2},$$

où a signifie une constante et h la valeur initiale de l'ordonnée z qui correspond à la direction de l'accélération. Les courbes contenues dans cette équation ont des propriétés remarquables; en effet, elles ne sont autre chose que ces *courbes trochoïdales*, décrites par le pôle d'une des courbes dont l'équation est en coordonnées polaires, pour ce pôle:

5) ..... $$r^{\frac{m}{m+2}} \cos \frac{m}{m+2}\,\theta = a^{\frac{m}{m+2}},$$

lorsqu'elles roulent sans glisser sur l'axe des x. La démonstration en est facile. Si donc un point pesant décrit, sous l'action de la pesanteur, une trajectoire minima pour laquelle $\varphi(v) = v^m$, alors une courbe 5), dont l'équation se rapporte à ce point-là comme pôle, roule sans glisser le long d'une ligne droite horizontale, — et réciproquement. De cette considération des trochoïdales 4), comme trajectoires minima, dérivent plusieurs propriétés de ces courbes, comme celles de donner des forces centrifuge et déflective en raison inverse de la puissance m-ième de la vitesse, et une pression latérale en raison inverse de la puissance $\frac{m}{2}$-ième de l'ordonnée z. Les quatres cas d'intégrabilité de 4), savoir ceux de $m = -2, 2, 1$ et -1, donnent respectivement comme espèces particulières de cette famille, les courbes connues: cercle, chaî-

nette, parabole et cycloïde. Le cas $m = -4$ donne la courbe élastique rectangulaire. Pour toutes ces courbes, les formules 2) et [B] donnent les valeurs de D^1, de $-\frac{v^2}{\rho}$ et de D. Le cas de la cycloïde, $m = -1$, que je viens de citer, étant *brachistochrone ordinaire*, donne lieu à une courte discussion spéciale.

Enfin, j'ai fixé l'attention sur les trajectoires minima décrites à la surface d'une *sphère*, en n'examinant en particulier que l'espéce $\varphi(v) = v$, dans la famille d'une résultante R d'intensité et de direction invariables. Comme on pouvait s'y attendre d'avance, je trouve les équations du *pendule centrifugal*, dont la formule [B] permet d'étudier les propriétés.

En terminant, j'indique quelques méthodes qui me semblent propres à une étude plus approfondie des trajectoires minima sur une surface quelconque. L'importance du sujet m'inspire le désir de revenir ci-après à cette recherche intéressante.

Zierikzée, 26 Août 1872.

NOTICE

SUR

l'Aigrette des Composées

A PROPOS D'UNE MONSTRUOSITÉ DE

L'HIERACIUM UMBELLATUM L.,

PAR

M. TREUB.

Parmi les nombreux exemplaires de l'Hieracium umbellatum que j'ai vus il y a quelque temps dans les dunes près du village de Wassenaar, il y en avait plusieurs qui, visités par quelque insecte de la famille des Cynipides, avaient en différents endroits de la plante d'assez grandes galles, renfermant des larves. Il est naturel que la place où se produit la galle n'est nullement restreinte à quelque partie définie de la plante; cependant il est rare qu'elle occupe justement le sommet du pédoncule.

Néanmoins j'ai pu réussir à me procurer assez d'exemples d'un cas pareil, pour ne pas manquer de matériaux pour la notice suivante.

Aussitôt que l'hypertrophie causée par l'insecte se trouve au sommet du pédoncule, et que par conséquent le réceptacle non-seulement s'est arrondi, mais a pris en comparaison de la fleur normale des dimensions monstrueuses, le capitule nous montre la forme suivante:

Involucre. Les folioles de l'involucre sont souvent (du moins

en partie) un peu plus petites que d'ordinaire, et toujours moins régulièrement placées. Dans les cas où le renflement du réceptacle a eu lieu dans une direction qui est la même que celle du pédoncule, c'est-à-dire où le réceptacle a l'air d'un globe assez régulier, dont le centre est dans la direction du pédoncule, l'emplacement des folioles ne varie pas beaucoup dans les différentes parties de l'involucre. Si au contraire une partie du réceptacle est beaucoup plus renflée que l'autre, l'involucre est presque normal sous la partie la moins renflée, tandis que sous l'autre partie ses folioles sont tellement dispersées qu'elles se touchent à peine.

Fleurons. En observant premièrement la distance mutuelle des fleurons, on voit que, par l'expansion monstrueuse du réceptacle, cette distance est, pour ceux qui sont placés au sommet de la galle, excessivement grande comparée à celle qui existe entre les fleurons occupant le centre d'un capitule normal. A mesure qu'on descend le réceptacle globuleux, cette distance mutuelle diminue de plus en plus, jusquà ce qu'elle devienne à peu près normale pour les fleurons placés tout près de l'involucre. Dans les cas où l'emplacement des folioles de l'involucre démontre que l'expansion du réceptacle n'a pas eu lieu avec la même intensité dans ses diverses parties, il est naturel que la diminution de la distance n'est pas également grande quand on descend du sommet de la galle suivant des directions différentes. Passons à l'examen des fleurons mêmes: la corolle et les étamines de ceux du sommet sont très vite desséchées, tandis que l'ovaire, qui peut être entièrement avorté, a généralement des dimensions plus petites que d'ordinaire; mais ce qui frappe le plus, c'est qu'à la place de l'aigrette [1]) il y a un calice composé de cinq folioles bien distinctes; ce calice ne diffère en rien des autres calices en général: sa forme et sa couleur sont tout à fait normales, et à l'aide du microscope on y découvre aisément des faisceaux fibro-vasculaires. Je note ici spécialement la présence des faisceaux, parce que leur manque constitue un des caractères particuliers de

---

[1]) Dans cette notice nous ne nous arrêtons qu'à l'aigrette.

l'aigrette [2]). Les figures 1 à 4 représentent le cas qui vient d'être décrit; seulement je dois ajouter, que la plupart des fleurons n'ont pas un calice aussi distinct que ceux représentés dans les figures 1 et 4. Du reste je renvoie le lecteur à l'explication de la planche ci-jointe. — Quant aux fleurons placés entre ceux du sommet et ceux près de l'involucre, fleurons intermédiaires, dont la distance mutuelle est, comme je viens de le dire, déjà moindre, ils ont en commun avec ceux du sommet le manque de l'aigrette ordinaire; seulement, au lieu de cinq folioles de calice, on trouve à la place de celle-ci, ou bien une couronne de plus de cinq folioles, qui, tout en offrant encore une couleur verte et des faisceaux fibro-vasculaires, ont par leur forme plus étroite et leurs bords munis de dents déjà quelque ressemblance avec des rayons d'aigrette (Fig. 6 et 7); ou bien une aigrette qui d'un côté est à peu près normale, tandis que quelques rayons du côté opposé sont changés en folioles pareilles à celles qui composent la couronne décrite, excepté que la chlorophylle manque; une fois cependant j'ai trouvè, en un pareil cas, la couleur verte dans le rayon qui ressemblait le plus parfaitement à une foliole. Il est presque superflu de dire qu'entre les folioles et les rayons à l'état normal il y a toutes sortes de transitions. Les figures 8, 9 et 10 représentent des rayons d'une même aigrette; tandis que l'un (Fig. 8) a non-seulement la forme d'une foliole, mais est, comme le montre le dessin, parcouru de faisceaux fibro-vasculaires, l'autre (Fig. 10) ne diffère en rien d'un rayon de l'aigrette d'un fleuron normal; une des formes de transition est représentée par la figure 9.

Dans le cas où l'aigrette est remplacée par une couronne de plus de cinq folioles, il n'y a pas de prédominance des cinq places d'insertion (vis-à-vis des étamines) des folioles du calice idéal qui compléterait la fleur. Une fois seulement j'ai vu la transition directe de calice complet des fleurons du sommet en couronne de folioles plus ou moins nombreuses; il y avait un verticille composée, en apparence, d'une vingtaine de folioles vertes,

---

[1]) Buchenau. *Bot. Zeit.* 1872, p. 315.

qui au premier abord n'offrait rien de remarquable; mais un examen plus minutieux montrait qu'on avait affaire à un calice dont chacune des folioles était divisée en trois ou quatre parties; la figure 5 représente ce fait.

Enfin il ne nous reste plus que l'examen des fleurons placés tout près l'un de l'autre, au voisinage de l'involucre. Ils ne présentent rien de particulier; l'aigrette, qui jusqu'ici nous offrait des anomalies, est tout à fait normale; quelquefois la fleur est un peu plus petite que d'ordinaire (Fig. 12), mais souvent aussi sa grandeur est parfaitement normale.

Si l'étude de cette monstruosité de l'Hieracium umbellatum ne pouvait servir qu'à apporter une nouvelle preuve contre le manque absolu du calice dans les Composées, je crois que la présente notice serait assez inopportune après l'intéressant article que vient de publier M. Buchenau [1]). Après la lecture de ce travail, il est, à mon avis, impossible de ne pas voir dans l'aigrette le remplaçant du calice: la description de la monstruosité du Centranthus macrosiphon [2]) et celle du capitule de l'Acicarpha tribuloides [3]) suffiraient presque à lever tous les doutes.

Mais le fait décrit dans cette notice démontre d'une manière incontestable, que la *cause* du changement du calice en aigrette, cause d'ailleurs prèsumée par M. Buchenau [4]), n'est autre que le placement serré des fleurons sur le réceptacle. En effet, l'aigrette de l'Hieracium umbellatum ne diffère pas de celle des autres Composées; elle se montre plus tard que la corolle, n'a pas de faisceaux fibro-vasculaires, et ne marque pas de prédominance des cinq places d'insertion des folioles du calice idéal qui compléterait la fleur; enfin, selon que la distance mutuelle des fleurons augmente, l'aigrette prend de plus en plus

---

[1]) Buchenau, *Uber Blüthenentwickelung bei den Compositen. Bot. Zeit.* 1872, Nos. 18, 19 et 20.

[2]) " l. c., p. 319.

[3]) " l. c., p. 329.

[4]) " l. c., p. 317.

la forme d'un calice, de sorte qu'on observe aisément toutes les transitions de l'aigrette normale au calice complet.

Il est un point seulement où je ne suis pas d'accord avec le docteur Buchenau: c'est lorsqu'il dit [1]) que ni les écailles, ni les rayons, ni les poils de l'aigrette, qu'ils soient seuls ou réunis en groupes, ne sont identiques aux folioles du calice, mais que ce sont des organes accessoires d'un calice qui du reste n'est nullement développé. Au contraire, les faits représentés dans les figures 5 et 8 à 10 me font croire que l'aigrette s'est formée par la division progressive d'un calice à cinq folioles, opinion émise par le docteur Köhne, mais que lui-même n'admet pas positivement [2]).

[1]) Buchenau, l. c., p. 318.

[2]) 〃 l. c., p. 316. Je regrette de n'avoir pu me procurer la dissertation originale de M. Köhne.

EXPLICATION DE LA PLANCHE I.

Fig. 1. Fleuron placé au sommet de la galle qui occupe le réceptacle; les cinq folioles du calice sont très distinctes, l'ovaire est presque entièrement avorté. Grossissement de 2 diamètres. Pour ne pas nuire à la clarté, les poils qui couvrent l'ovaire et le réceptacle ne sont pas dessinés. Ordinairement l'Hieracium umbellatum est assez glabre, tandis que les galles, à quelque partie de la plante qu'on les trouve, sont toujours hispides.

〃 2. Fleuron du sommet, vu d'en haut. Grossissement de 3 diamètres.

〃 3. Trois folioles du calice d'un fleuron du sommet. Grossissement de 4 diamètres.

Fig. 4. Fleuron du sommet, ovaire presque normal. Grossissement de 3 diamètres.

" 5. Deux folioles du calice d'un fleuron près du sommet, divisées l'une en trois, l'autre en quatre parties. Grossissement de 3 diamètres.

" 6. Couronne de folioles remplaçant l'aigrette dans un des fleurons intermédiaires. Grossissement de 2 diamètres.

" 7. Trois folioles de la même couronne. Grossissement de 4 diamètres.

" 8. Bout d'un rayon d'une aigrette, ayant la forme d'une foliole et traversé par des faisceaux fibro-vasculaires. Grossissement de 45 diamètres.

" 9. Milieu d'un rayon de la même aigrette, un peu plus large qu'à l'état normal. Grossissement de 45 diamètres.

" 10. Milieu d'un rayon de la même aigrette, presque normal. Grossissement de 45 diamètres.

" 11. Aigrette complète d'où sont prises les figures 8, 9 et 10. Grossissement de 3 diamètres.

" 12. Fleuron normal, placé près de l'involucre du même capitule où se trouvaient les fleurons dont les calices sont représentés par les figures 1, 6 et 7. Grossissement de 3 diamètres.

" 13. Galle occupant le réceptacle; les folioles de l'involucre seules dessinées, et non les fleurons. Grandeur naturelle.

a. région des fleurons dits du sommet.
b. " " " " intermédiaires.
c. " " " " près de l'involucre.

SUR LE GENRE

PARAPRISTIPOMA

ET SUR L'IDENTITÉ SPÉCIFIQUE DES PERCA TRILINEATA THUNB., PRISTIPOMA JAPONICUM CV. ET DIAGRAMMA JAPONICUM BLKR.,

PAR

P. BLEEKER.

Thunberg, dans le XIVe tome des Kongel. Vetensk. Academ. Nya Handlingar de 1793, a décrit et figuré (Beskrifning pä 2: ne nya Fiskar af Abhorr-slägtet ifrán Japan p. 55 tab. 1 fig. 2) une espèce du Japon sous le nom de Perca trilineata. La description, bien qu'assez succincte, et la figure, bien que fort incorrecte, font très bien reconnaître l'espèce, telle qu'elle se présente dans les individus d'un âge moins avancé, où le corps est peint de trois bandelettes longitudinales nacrées. Or, cette espèce paraît avoir été complètement négligée par les naturalistes du siècle actuel. Je ne la trouve citée ni par Lacépède, ni dans le Systema posthumum, ni par Cuvier-Valenciennes, ni aussi par M. Günther. — Langsdorf en rapporta du Japon un individu long de huit pouces et demi, où les bandelettes longitudinales du corps avaient déjà disparu, et c'est sur cet individu que Cuvier et Valenciennes établirent le Pristipoma japonicum, et en publièrent une description fort incomplète. — M. Schlegel, citant ce Pristipoma japonicum, n'ajouta que quelques remarques à la description de la grande Histoire naturelle des poissons, mais donna une belle figure de l'espèce longue de 275''' (Faun. Jap.

Poiss. p. 60, tab. 26. fig. 2), sur laquelle on ne voit pas même de traces de bandelettes blanchâtres. Richardson prouva que l'espèce habite aussi les côtes de la Chine, et M. Schlegel la dit très-commune dans les baies de la côte sud-ouest du Japon.

En 1852 je reçus un individu de Nagasaki, de 130''' de long, où les bandelettes nacrées se trouvaient très-nettement dessinées. N'ayant pas, aux Indes, à ma disposition l'article de Thunberg et ne trouvant point l'espèce dans les auteurs du siècle actuel, je la décrivis sous le nom de Diagramma japonicum (Verh. Bat. Gen. XXV Nalez. ichth. Japan p. 31, fig. 1). Plus tard, en 1857, un individu sans bandelettes blanchâtres, provenant de Nagasaki et de 297''' de long, vint enrichir ma collection. Croyant y reconnaître le Pristipoma japonicum CV., j'en donnai, sous ce nom, une description détaillée (Act. Soc. Scient. Ind. Neerl. III, Vierde bijdr. ichth. Japan p. 14). M. Günther n'observa de l'espèce que des individus âgés, de coloration uniforme et provenant de Chine. Lors de la publication du premier Tome du grand Catalogue of Fishes (1859), l'auteur paraît n'avoir pas eu connaissance de mes articles sur le Diagramma japonicum et sur le Pristipoma japonicum, au moins je ne les y trouve pas cités.

Je possède maintenant six individus de l'espèce, tous provenant de Kiousiou, et dont quatre représentent l'âge intermédiaire des individus antérieurement décrits de 130''' et de 297''' de long. J'y puis suffisamment démontrer les transitions des couleurs, et notamment la disparition graduelle des trois bandes nacrées. Il ne peut pas y avoir de doute que mon Diagramma japonicum ne soit de l'espèce du Perca trilineata Thunb. et que le Pristipoma japonicum n'en représente que l'âge adulte.

Or, le Perca trilineata Thunb. n'est ni un Pristipoma ni un Plectorhynchus où Diagramma, mais appartient à un type propre. Ce type se distingue du Plectorhynchus par l'écaillure du museau, du sousorbitaire antérieur et de la mâchoire inférieure; par l'absence d'écailles au-dessus de la gaîne basale de la dorsale molle; par la présence de deux pores seulement près de la symphyse inframaxillaire, et par les pectorales fort pointues et en forme de

faux. Il est plus voisin du Pristipoma par le système d'écaillure de la tête et des nageoires, mais en est distinct par la présence d'écailles sur l'os supramaxillaire, par l'absence de fossette infra-maxillaire médiane, par la petitesse des écailles et surtout par les dents pharyngiennes qui sont toutes, tant celle des os pharyngiens inférieurs que celles des pharyngiens supérieurs, grêles et fort pointues, sans aucunes dents obtuses ou graniformes. La forme du profil, la faiblesse des épines dorsales et la longueur et le peu de hauteur de la dorsale molle complètent l'ensemble des différences.

Parapristipoma Blkr.

Corpus oblongum compressum squamis parvis ctenoideis vestitum. Caput superne, fronte, regione suborbitali, operculis maxillaque inferiore postice squamosum. Os supramaxillare squamulatum. Maxillae subaequales, superior mediocriter protractilis, inferior paulo prominens. Rictus obliquus. Dentes maxillis et pharyngeales pluriseriati parvi graciles acuti; vomerini vel palatini nulli. Os suborbitale anterius edentulum. Labia gracilia. Maxilla inferior antice poris 2 parvis, fossula mediana nulla. Praeoperculum serratum. Operculum spina vera nulla. Pinnae pectorales valde acutae falciformes, dorsalis et analis basi vagina squamosa inclusae, dorsalis spina procumbente nulla, parte radiosa duplo ad multo plus duplo longiore quam alta. Pseudobranchiae. Vesica aërea simplex. B. 7. Spinae dorsales 13 ad 15, anales 3.

Le genre Parapristipoma, bien que voisin des genres Pristipoma et Plectorhynchus, forme comme une transition aux genres Caesio et Erythrichthys, et prouve une fois de plus le peu de valeur de la famille des Ménides de Cuvier, laquelle en effet ne peut être conservée que tout au plus comme une section des vrais Percoïdes.

L'espèce type du Japon ne me paraît pas être la seule espèce du genre. Je crois devoir y rapporter aussi le Pristipoma octolineatum CV., dont MM. Guichenot et Steindachner ont publié de belles figures, espèce qui a eu le sort, comme le Perca trilineata

Thunb., d'être considérée tour à tour comme un Pristipoma et comme un Plectorhynchus. Le Parapristipoma octolineatum, bien que se distinguant sous plusieurs rapports du trilineatum, en présente la physionomie générale, une écaillure analogue, des nageoires d'une forme semblable et un même système de coloration, le corps y étant peint de bandelettes longitudinales. Peut-être qu'on y trouve aussi de petites écailles à l'os supramaxillaire, dont cependant on ne voit rien sur la figure et dont ne parlent point les descriptions. Dans le trilineatum, du reste, ces écailles maxillaires sont extrêmement petites et n'occupent qu'une petite partie de l'os. Si dans l'octolineatum elles sont aussi rudimentaires et en nombre aussi restreint, elles peuvent bien avoir échappé même à un observateur aussi exact que M. Steindachner.

Considérant donc l'octolineatum comme un Parapristipoma, cette espèce aurait pour caractères distinctifs d'avec le trilineatum un corps plus trapu, des mâchoires plus longues, une tête plus grande, des écailles sur la dorsale et sur l'anale molles s'étendant sur presque toute la nageoire, 4 ou 5 bandelettes longitudinales bleuâtres (qui cependant ne sont point constantes), 13 épines et 14 rayons à la dorsale, les épines dorsales postérieures presque aussi longues que la 5me, etc. M. Steindachner parle de 55—57 écailles perforées par la ligne latérale, mais ne compte pas les rangées transversales et longitudinales du corps. A en juger d'après la belle figure citée, les rangées transversales au-dessus et au-dessous de la ligne latérale sont presque en aussi grand nombre que dans le trilineatum, et les rangées longitudinales entre la base de la ventrale et la dorsale semblent être plus nombreuses.

La description suivante est prise sur les six individus qui font partie de ma collection.

Parapristipoma trilineatum Blkr. Fig.

Parapristip. corpore oblongo compresso, altitudine 3 et paulo ad $3\frac{1}{2}$ in ejus longitudine absque-, 4 fere ad $4\frac{1}{3}$ in ejus longitudine cum pinna caudali; latitudine corporis 2 ad 2 et paulo in ejus altitudine; capite obtusiusculo convexo $3\frac{2}{5}$ ad $3\frac{2}{3}$ in longi-

tudine corporis absque-, $4\frac{1}{4}$ ad $4\frac{1}{2}$ in longitudine corporis cum pinna caudali; altitudine capitis 1 et paulo-, latitudine capitis 2 fere ad 2 in ejus longitudine; linea rostro-nuchali fronte convexa vel convexiuscula; fronte usque inter nares superiores squamata; oculis diametro $2\frac{2}{3}$ ad 3 et paulo in longitudine capitis, diametro $\frac{2}{3}$ ad 1 distantibus; rostro obtusiusculo apice ante pupillam sito; naribus approximatis subaequalibus, anterioribus valvatis; osse suborbitali anteriore sub oculo oculi diametro triplo ad plus triplo humiliore; maxilla superiore maxilla inferiore paulo breviore, sub oculi parte anteriore desinente, 3 circ. in longitudine capitis, postice superne tantum squamulis aliquot parum conspicuis; maxilla inferiore dimidio posteriore squamata, symphysin versus poris 2 vel 4 vel 6 parum conspicuis; labiis parum carnosis; dentibus maxillis pharyngealibusque pluriserialis gracilibus acutis, maxillis serie externa ceteris paulo longioribus; praeoperculo subrectangulo angulo obtuse rotundato, margine posteriore rectiusculo vel concaviusculo angulo inferneque dentibus conspicuis serrato; operculo spina vera nulla; squamis genis operculisque parvis subaequalibus; ossibus, suprascapulari denticulis vix conspicuis vel nullis, scapulari plane edentulo; linea laterali parum curvata singulis squamis tubulo simplice, bifido vel trifido notata; squamis corpore angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis supra lineam lateralem in series 115 circ. transversas-, infra lineam lateralem in series 95 circ. transversas dispositis; squamis 35 circ. in serie transversali basin pinnae ventralis inter et pinnam dorsalem quarum 12 circ. lineam lateralem inter et pinnam dorsalem; cauda parte libera longiore quam postice alta; pinna dorsali non vel vix emarginata; dorsali spinosa dorsali radiosa altiore spinis gracilibus 4^a^, 5^a^ et 6^a^ ceteris longioribus 2 ad $2\frac{2}{3}$ in altitudine corporis, spina 1^a^ spina 4^a^ triplo ad plus triplo breviore spinis 2 posticis subaequalibus oculo non ad paulo brevioribus, membrana inter singulas spinas parum incisa; dorsali radiosa dorsali spinosa non multo breviore, plus duplo longiore quam alta, margine superiore leviter convexa, supra vaginam squamosam squamis conspicuis nullis; pinnis pectoralibus falciformibus capite

absque rostro longioribus; ventralibus acutis capite absque rostro non ad paulo brevioribus; anali spinis sat validis 2ª quam 3ª fortiore sed non vel vix longiore oculo non multo longiore, parte radiosa dorsali radiosa triplo circiter breviore sed multo altiore, obtusa, infra vaginam squamosam squamis conspicuis nullis; caudali extensa emarginata angulis acuta capite absque rostro longiore; colore corpore superne griseo-coeruleo vel fuscescente-griseo, inferne griseo vel margaritaceo; iride flava; pinnis flavescentibus, dorsali et caudali vulgo violascentibus; corpore *junioribus* (spec. long. 130‴ ad 200‴) vittis 2 vel 3 longitudinalibus margaritaceis; vitta superiore occipito-dorsali radios dorsales subposteriores attingente; vitta media supra-oculo-caudali radios caudales superiores attingente; vitta inferiore operculo-caudali basin caudalis mediam attingente; corpore *aetate provectis* (specim. long. 297‴) vittis margaritaceis nullis sed dorso lateribusque vittulis obliquis diffusis fuscis totidem ac seriebus squamarum transversis.

B. 7. D. 14/16 vel 14/17 vel 14/18 vel 14/19. P. 2/15 vel 2/16. V. 1/5. A. 3/7 vel 3/8 vel 3/9. C. 1/15/1 et lat brev.

Syn. *Perca trilineata* Thunb., Beskr. 2 nya Fisk. Abhorr-slägter ifrän Japan, Kongl. Vet. Acad. nya Handl. tom. 14 (1793) p. 55 tab. 1 fig. 2.

Pristipoma japonicum CV., Poiss. V p. 215; Schleg., Faun. Jap. Poiss. p. 60 tab. 26 fig. 2; Rich., Rep. ichth. Chin. in Rep. 15ʰ meet. Brit. Assoc. p. 228; Blkr. Act. Soc. Scient. Ind. Neerl. III, Vierde bijdr. ichth. Japan p. 14; Günth. Cat. Fish. I p. 303 (aetas provecta.).

Diagramma japonicum Blkr, Verh. Bat. Gen. XXV, Nalez. ichth. Japan p. 31 tab. fig. 1.

Hae-tseih, *Hae-tseih* vel *Hai-tsik* Sinens.; *Isisaki* Japon.

Hab. Kiusiu (Nagasaki); Sina; in mari.

Longitudo 6 speciminum 130‴ ad 297‴.

La Haye, Mai 1872.

SUR LA

VITESSE DU SON

D'APRÈS LES RECHERCHES DE M. REGNAULT,

PAR

H. J. RINK.

Le tome XXXVII des *Mémoires de l'Académie des sciences* contient la description d'une nombreuse série d'expériences ayant pour objet la détermination de la vitesse de propagation du son, expériences qui ont été exécutées par M. Regnault dans les tuyaux de conduite appartenant aux distributions de gaz ou d'eau de la ville de Paris.

Ce travail de l'illustre physicien donne de nouveau lieu de constater un certain désaccord entre le remarquable talent et les soins extrêmes apportés à l'exécution des expériences, et la manière dont les conclusions sont déduites des résultats obtenus. C'est ainsi que M. Regnault, contrairement aux idées admises jusqu'ici, croit pouvoir conclure de ses observations que la vitesse du son dépend de son intensité, de manière qu'un son faible se transmettrait moins rapidement qu'un son plus intense. Il croit en outre pouvoir corriger l'expression $V = \sqrt{\frac{P}{d} \cdot \frac{c}{c'}}$ de telle sorte que l'influence de l'intensité y devienne visible, ce qui donnerait à la dépendance en question une base théorique aussi bien qu'un fondement expérimental.

A cette conclusion nous nous permettrons d'opposer quelques objections, mais en nous bornant provisoirement aux résultats qui se laissent déduire des expériences de M. Regnault, et réservant pour plus tard l'examen des considérations théoriques.

On sait que les observations ont été faites dans des tuyaux dont le diamètre mesurait 0,108, 0,300, 0,216 et 1,10 m., et dans lesquels les ondes sonores indiquaient leur arrivée à une des extrémités par l'interruption d'un courant galvanique, interruption qui se marquait sur une bande de papier, où s'incrivaient simultanément les vibrations d'un diapason et les secondes d'une horloge. De cette manière, en comparant le nombre des vibrations exécutées par le diapason entre les différentes interruptions du courant au nombre de vibrations correspondant à une seconde, il était possible de déterminer, avec un haut degré d'exactitude et en dehors de toute influence de la personne de l'observateur, le temps écoulé entre les arrivées successives de l'onde sonore à l'une des extrémités du tuyau. Les ondes, en effet, étaient réfléchies aux extrémités sur une plaque métallique, ce qui permettait de déterminer la vitesse de propagation après que l'onde avait parcouru un nombre différent de fois la longueur du tuyau.

La plupart des expériences ont eu lieu avec des ébranlements de l'air produits par le tir d'un pistolet, que l'on chargeait de diverses quantités de poudre.

Mais on doit se demander ici quels sont les mouvements de l'air dont on a spécialement en vue la vitesse de transmission, lorsqu'on parle de la vitesse du son. Il y a toute raison de se poser cette question, car il s'en faut de beaucoup que le mouvement de l'air, engendré par le tir d'un pistolet, présente un même caractère sur tous les points de son parcours. M. Regnault s'exprime à ce sujet de la manière suivante: „On doit donc admettre, qu'au moment du tir d'une arme à feu, le gaz comprimé, qui s'en échappe, est lancé d'abord comme un projectile, qui imprime, non-seulement une compression, mais aussi une translation aux couches d'air voisines. Ce dernier effet devient probablement insensible à une certaine distance, mais il doit troubler

notablement la vitesse de propagation élastique dans le voisinage du départ" (pag. 45).

Or, les considérations théoriques relatives au mode de production et de propagation des ondes sonores reposent sur l'hypothèse déterminée, que les particules d'air exécutent des mouvements oscillatoires autour d'une position d'équilibre, mais sans subir de translation. La vitesse avec laquelle se transmet ce mouvement ondulatoire, que la théorie suppose et auquel se rapporte la formule connue, nous l'appellerons vitesse *vraie* du son, pour la distinguer de la vitesse *apparente*, qu'on trouve en introduisant dans le calcul de la vitesse de propagation le mouvement de l'air à partir de la bouche du pistolet, ou à partir d'un point où les mouvements irréguliers ne sont pas encore éteints.

Cette distinction est de la plus grande importance lorsque, pour étudier la relation entre l'intensité du son et sa vitesse, on détermine cette dernière au moyen des temps nécessaires à une certaine onde pour parcourir des chemins de différentes longueurs, en mettant en même temps à profit la circonstance que le son perd de son intensité à mesure que le chemin parcouru augmente. La vitesse *vraie* du son pourrait très bien, en effet, être une grandeur indépendante de l'intensité, en dépit de ce qu'on aurait trouvé des valeurs décroissantes pour des distances parcourues plus longues: or, si l'on ne faisait pas la distinction indiquée, on arriverait à la conclusion fausse, que la vitesse de propagation du mouvement ondulatoire de l'air diminue avec l'intensité du son.

Dans l'exposé de son travail, M. Regnault donne toujours, en vibrations du diapason, les temps après lesquels l'onde parvient pour la 1ère, 2e, 3e etc. fois aux extrémités du tuyau. A l'aide de ces temps, on peut maintenant calculer de manières très diverses, pour une intensité moyenne décroissante, les vitesses de propagation: nous examinerons seulement jusqu'à quel point ces diverses méthodes de calcul conduisent à des vitesses *vraies* ou *apparentes*, pour nous en tenir ensuite exclusivement à celles qui fournissent les vitesses vraies.

Nommons A_1, A_2, A_3 etc., le nombre de vibrations du diapason, entre le moment où le pistolet est déchargé et celui où l'onde atteint pour la 1ère, 2e, 3e fois l'une des extrémités du tuyau; soient B_1, B_2, B_3 etc. les mêmes grandeurs pour l'autre extrémité (celle d'où le coup de pistolet est parti), N le nombre de vibrations du diapason par seconde, et L la longueur du tuyau. Il est clair que les expressions suivantes représenteront des vitesses, vraies ou apparentes:

$$1^\circ.\quad \frac{NL}{A_1},\quad \frac{2NL}{B_1},\quad \frac{3NL}{A_2},\ \text{etc.} \ldots \ (V).$$

$$2^\circ.\quad \frac{NL}{B_1 - A_1},\quad \frac{2NL}{A_2 - A_1},\quad \frac{3NL}{B_2 - A_1},\ \text{etc.} \ldots \ (U).$$

$$3^\circ.\quad \frac{NL}{A_2 - B_1},\quad \frac{2NL}{B_2 - B_1},\quad \frac{3NL}{A_3 - B_1},\ \text{etc.} \ldots \ (T).$$

$$4^\circ.\quad \frac{2NL}{B_1},\quad \frac{2NL}{A_2 - A_1},\quad \frac{2NL}{B_2 - B_1},\ \text{etc.} \ldots \ (W).$$

$$5^\circ.\quad \frac{NL}{A_1}\quad \frac{NL}{B_1 - A_1},\quad \frac{NL}{A_2 - B_1},\ \text{etc.} \ldots \ (S).$$

Nous désignerons ces différentes vitesses calculées par les lettres placées à la suite, V, U, T, W et S.

On reconnaît immédiatement que les expressions V ne peuvent être que des vitesses apparentes, attendu que sur chacune des valeurs de cette série les irrégularités du départ exerceront de l'influence. Quant aux autres expressions, la question de savoir si elles représentent des vitesses vraies dépend évidemment de la distance à laquelle on peut regarder comme prenant origine le mouvement ondulatoire proprement dit de l'air. A priori, ce point ne peut être fixé d'une manière certaine, mais, en comparant entre elles la première valeur et les valeurs suivantes des grandeurs S (c'est-à-dire des vitesses avec lesquelles la longueur du tuyau est parcourue après les réflexions successives), on arrivera pourtant à un résultat probable. M. Regnault dit que, dans les valeurs que nous avons désignées avec lui par U, „les perturbations

occasionnées par le départ ont à peu près disparu" (pag. 352), ce qui revient à dire que ces perturbations ont disparu lorsque la longueur du tuyau a été parcourue pour la première fois. En examinant toutefois les valeurs de *S* dans les séries 2, 5 et 8 (pag. 305, 345 et 358), où l'on trouve:

Série.	CHEMIN PARCOURU (L = 1417,95.)				
	L.	2 L.	3 L.	4 L.	5 L.
2e	332,15	331,14	330,36	330,83	330,56
5e	332,21	331,—	330,04	330,48	330,31
8e	340,16	331,46	330,79	330,41	330,77

on voit, par les écarts considérables qui existent entre les valeurs indiquées sous 2 L et celles inscrites sous 3 L, 4 L et 5 L, que dans certains cas les mouvements ondulatoires de l'air ne sont affranchis des irrégularités qu'après avoir parcouru pour la seconde fois la longueur du tuyau. M. Regnault paraît être du même avis, puisque, dans quelques séries (séries 10, 17, 4, 7; pag. 362, 382, 415, 421), il met les valeurs *T* à la place des valeurs *U* et par conséquent ne calcule les temps qu'à partir du moment de la seconde réflexion; son „*à peu près*", dans la phrase citée, autorise également cette supposition.

Pour avoir toutefois une règle générale, donnant pleine certitude qu'on a toujours affaire à des vitesses vraies, jamais à des vitesses apparentes, nous ne tiendrons aucun compte des temps nécessaires pour parcourir les deux premières fois la longueur du tuyau, de sorte que nous regarderons le mouvement comme commençant seulement après la seconde réflexion. Dans certains cas nous pourrions peut-être admettre que les irrégularités avaient déjà disparu plus tôt, mais il n'y a aucun inconvénient à pousser ici le scrupule trop loin. Dans la suite, nous ne ferons donc aucun usage des valeurs *V* et *U*, ni des deux premiers termes des séries *W*, *T* et *S*.

Avant de passer maintenant à la comparaison spéciale des valeurs T, W et S, nous devons dire quelles sont, dans le nombre immense des observations exécutées par M. Regnault, celles que nous avons choisies pour cet objet.

Pour différentes raisons, il y a à tenir compte surtout des observations faites dans les tuyaux, larges de 1,10 m., de l'égout Saint-Michel, et qu'on trouve décrites *l. c.*, pag. 289—459. Outre qu'elles sont de beaucoup les plus nombreuses parmi celles qui ont eu lieu dans une conduite déterminée, elles offrent le grand avantage que l'onde a pu être observée aprés des parcours de longueur très inégale, attendu que dans les tuyaux larges l'onde conserve, beaucoup plus longtemps que dans les tubes étroits, l'intensité nécessaire pour mettre les membranes en mouvement. Aussi trouve-t-on ici, dans toutes les séries, des observations d'ondes qui ont parcouru 10 fois la longueur du tuyau, et, dans quelques cas, cette distance a même été franchie jusqu'à 14 fois. De plus, les nombres de chaque série reposent ordinairement sur la moyenne de 6 observations distinctes, de sorte que les erreurs accidentelles sont en grande partie éliminées.

Au contraire, dans les tuyaux de petit diamètre, l'onde s'affaiblit beaucoup plus rapidement. De là vient que, pour celui de 0,108 m., il n'est donné qu'une seule série de résultats, déduits chacun de trois observations particulières (pag. 99), et, pour celui de 0,300 m., une seule série de nombres fournis chacun par une observation unique; dans ces deux cas, l'onde avait parcouru respectivement 5 et 8 fois la longueur du tube. Nous ne parlerons pas ici des expériences faites, avec un but spécial, dans les tuyaux du Collége de France (pag. 141—185), expériences où l'onde parcourait jusqu'à 14 fois la longueur de la conduite, mais au sujet desquelles M. Regnault lui-même dit: „Les expériences précédentes démontrent suffisamment que la ligne des tuyaux était trop courte pour permettre de l'utiliser à la détermination précise de la vitesse de propagation d'une onde.''

Un autre point est encore à noter. Tandis que les tuyaux de 1,10 m. de diamètre sont fermés aux extrémités par des plaques

de fer, où l'on a laissé pour les membranes une ouverture de 0,20 m. de largeur, les tuyaux de 0,108 m. sont terminés par des membranes de 1,10 m. de diamètre. Il en résulte que dans les tuyaux larges la réflexion de l'onde se fait en grande partie sur une plaque de fer, et dans les tuyaux étroits, au contraire, sur une membrane de caoutchouc. Or, si la réflexion sur une plaque de fer exige un temps trop court pour qu'il y ait lieu d'en tenir compte, on peut présumer qu'il n'en est pas de même pour la réflexion sur des membranes mobiles, et qu'en outre, dans ce cas, le temps nécessaire dépend de l'intensité de l'onde. M. Regnault a signalé ce point en quelques mots, mais l'a d'ailleurs complétement négligé.

Enfin, les expériences préliminaires, qui avaient pour objet la détermination des retards occasionnés par les membranes et sur lesquels nous reviendrons plus loin, se rapportent exclusivement aux tuyaux larges, de sorte qu'aussi pour les tuyaux étroits cette correction reste incertaine.

Ces divers motifs nous paraissent justifier suffisamment, pour la recherche d'une relation possible entre l'intensité et la vitesse du son, l'emploi exclusi, parmi les nombreuses observations de M. Regnault, de celles qui se rapportent aux tuyaux de 1,10 m. de diamètre. Pour rendre la comparaison des valeurs plus facile, et pour écarter autant que possible les influences perturbatrices, nous considérerons d'ailleurs seulement les observations d'ondes principales aux deux extrémités des tuyaux (membranes *A* et *B*). Les tableaux ci-joints donnent les valeurs de *W*, *T* et *S*, calculées d'après les séries où les membranes *A* et *B* ont été observées; toutes ces valeurs se rapportent à l'air sec et à la température de 0° [1]).

---

[1]) Les valeurs de *W* ont été calculées en grande partie par M. Regnault, celles de *T* ne sont données par lui que çà et là, tandis que les valeurs de *V* ou de *U* se trouvent toujours mentionnées à la suite des observations.

VALEURS DE *W*.

CHEMIN PARCOURU.

Série.	Pag.	Charge.	4 L.	5 L.	6 L.	7 L.	8 L.	9 L.	10 L.	11 L.	12 L.	13 L.	14 L.	OBSERVATIONS.
1	305	0,5 Gr.	330,31	330,25	330,14	330,15	329,99	329,62	329,93	〃	〃	〃	〃	Pour les séries 1—17, L est de 1417,95 m.; pour les suivantes on a L = 1589,5.
2	315	1 〃	330,60	330,70	330,63	330,23	330,04	330,02	330,04	〃	〃	〃	〃	
3	322	1,5 〃	330,57	330.66	330,60	330,38	330,42	330,18	330,18	〃	330,50	〃	330,54	
4	333	2 〃	330,51	330.96	330.25	329,85	330,12	329.72	329.82	329,91	329,82	330,09	330,16	
5	345	1 〃	330,27	330,41	330,23	330.00	330,22	330.22	329,92	329,82	330,22	〃	〃	Dans la 5e série les membranes sont rendues aussi sensibles que possible.
6	350	1 〃	330.87	330,58	330,50	330,65	330.17	330,16	330,19	330.70	〃	〃	〃	
7	353	1 〃	330,60	330.63	330,64	330,52	330,30	330,02	330,00	330,04	〃	〃	〃	
8	358	2 〃	330,60	330,59	330,85	330,59	330,62	330,48	330,33	329,75	330,34	330,04	330,44	
16	377	1 〃	330,70	330.61	330,73	330,69	330,57	330.47	330.00	329,93	〃	330,50	〃	
17	381	0,5 〃	330,45	330,57	330,24	329,34	329,62	329,50	〃	〃	〃	〃	〃	Dans la 17e série, les membranes n'ont pas, comme dans les séries précédentes, 0,2 m. de diamètre, mais 0,3 m.
1*	408	1 〃	330,58	330,61	330,39	330.31	330,11	330,14	〃	329,94	〃	〃	〃	
2*	410	1 〃	330,61	330,50	330, 26	330,41	330,39	329,99	〃	〃	〃	〃	〃	
3*	413	1 〃	330,41	330,42	331,50	330,31	〃	330,01	〃	〃	〃	〃	〃	
4*	415	1 〃	330,87	330,31	330,43	329,83	330,05	〃	〃	〃	〃	〃	〃	Les observations des séries 1*—7* sont souvent troublées par des courants d'air: le nombre des observations particulières, dans chacune de ces deux séries, est beaucoup moindre que dans les autres.
5*	417	1 〃	330,61	330,19	329,85	330,13	330,17	〃	329,49	〃	〃	〃	〃	
6*	419	1 〃	330,96	330,55	330,39	330,45	330,58	〃	〃	〃	〃	〃	〃	
7*	421	1 〃	330,99	330,54	330,58	〃	330,11	〃	〃	〃	〃	〃	〃	

VALEURS DE *T.*

CHEMIN PARCOURU.

Série.	Charge.	3 L.	4 L.	5 L.	6 L.	7 L.	8 L.	9 L.	10 L.	11 L.	12 L.	13 L.	14 L.	Observations.
1	0,5 Gr.	330,02	330,29	330,15	330,21	330,11	330,13	329,97	330,08	〃	〃	〃	〃	Voir le tableau précédent.
2	1 〃	330,36	330,59	330,57	330,61	330,44	330,42	330,32	330,32	〃	〃	〃	〃	
3	1,5 〃	330,29	330,57	330,54	330.60	330,47	330,53	330,39	330,45	〃	330,45	〃	330,47	
4	2 〃	330,60	330,51	330,84	330,39	330,44	330,30	330,22	330,25	330,15	330,16	330,13	330,16	
5	1 〃	330,04	330.26	330,26	330,23	330,15	330,22	330,16	330,15	330,10	330,15	〃	〃	
6	1 〃	330,36	330,87	330,50	330,67	330,55	330,50	330,44	330,42	330,48	〃	〃	〃	
7	1 〃	330,81	330,60	330,68	330,61	330,62	330,50	330,46	330,37	330,35	〃	〃	〃	
8	2 〃	330,79	330,60	330,65	330,71	330,63	330,61	330,59	330,54	330,40	330,50	330,33	330,49	
16	1 〃	330,28	330,69	330,50	330,73	330,45	330,66	330,54	330,50	330,39	〃	330,42	〃	
17	0,5 〃	329,40	330,45	330,13	330,30	329,78	330,05	329,67	〃	〃	〃	〃	〃	
1*	1 〃	330,70	330,58	330,63	330,49	330,49	330,35	330,39	〃	330,30	〃	〃	〃	
2*	1 〃	330,64	330,61	330,53	330,43	330,50	330,17	330,36	〃	〃	〃	〃	〃	
3*	1 〃	330,92	330,41	330,57	330,89	330,46	〃	330,33	〃	〃	〃	〃	〃	
4*	1 〃	330,45	330,86	330,36	330,64	330,13	330,44	〃	〃	〃	〃	〃	〃	
5*	1 〃	330,59	330,60	330,30	330,21	330,24	330,20	〃	330,01	〃	〃	〃	〃	
6*	1 〃	330,90	330,96	330,66	330,67	330,58	330,64	〃	〃	〃	〃	〃	〃	
7*	1 〃	329,78	330,99	330,37	330,78	〃	330,57	〃	〃	〃	〃	〃	〃	

VALEURS DE *S*.

CHEMIN PARCOURU.

Série.	Charge.	3 L.	4 L.	5 L.	6 L.	7 L.	8 L.	9 L.	10 L.	11 L.	12 L.	13 L.	14 L.
1	0,5 Gr.	330,02	330,59	329,89	330,37	329,71	330,24	328,99	330,86	"	"	"	"
2	1 "	330,36	330,83	330,56	330,69	329,76	330,32	329,70	330,34	"	"	"	"
3	1,5 "	330,29	330,84	330,47	330,74	329,99	330,82	329,53	330,82	"	"	"	"
4	2 "	330,60	330,42	331,50	329,03	330,68	329,58	329,86	330,45	329,37	330,28	329,90	330,45
5	1 "	330,04	330,48	330,31	330,11	329,86	330,56	329,86	330,45	329,66	330,76	"	"
6	1 "	330,36	331,38	329,77	331,23	330,06	330,26	330,05	330,32	331,26	"	"	"
7	1 "	330,81	330,35	330,89	330,37	330,65	329,93	330,10	329,85	330,20	"	"	"
8	2 "	330,79	330,41	330,77	330,93	330,30	330,49	330,47	330,17	329,32	331,36	328,73	332,20
16	1 "	330,28	331,12	330,10	331,35	329,55	331,59	329,84	330,15	329,72	"	"	"
17	0,5 "	329,40	331,50	329,45	330,84	327,69	331,40	327,44	"	"	"	"	"
1*	1 "	330,70	330,45	330,74	330,05	330,58	329,62	330,65	"	"	"	"	"
2*	1 "	330,64	330,56	330,41	330,11	330,71	328,64	331,35	"	"	"	"	"
3*	1 "	330,92	329,92	330,90	332,07	328,55	"	"	"	"	"	"	"
4*	1 "	330,45	331,27	329,36	331,51	328,14	331,98	"	"	"	"	"	"
5*	1 "	330,60	330,64	329,75	329,95	330,31	330,02	"	"	"	"	"	"
6*	1 "	330,90	331,02	330,10	330,67	330,23	330,94	"	"	"	"	"	"
7*	1 "	329,78	332,22	328,90	332,34	"	"	"	"	"	"	"	"

L'intensité de l'onde dépend de deux circonstances: 1° de la longueur du chemin parcouru depuis que l'onde a quitté la bouche du pistolet, et 2° de la quantité de poudre dont le pistolet était chargé. La première relation est immédiatement mise en évidence par toutes les observations, et elle était d'ailleurs facile à prévoir; la seconde ressort surabondamment du fait que l'onde, en cas de charge plus forte, conserve pendant plus longtemps une intensité suffisante pour mettre en mouvement les membranes. Si la vitesse est dépendante de l'intensité, elle devra donc varier:

1°. pour des charges differentes, le chemin parcouru étant le même;

2°. pour des chemins parcourus différents, la charge étant la même.

Pour décider le premier point, il n'y a qu'à comparer les différentes valeurs dans chaque colonne *verticale* des tableaux: on reconnaît alors de suite qu'il ne paraît exister aucun rapport entre la force de la charge et la vitesse correspondante. Dans plusieurs colonnes, en effet, on trouve, pour une charge de 1 gr. ou même de 0,5 gr. de poudre, une valeur plus grande de la vitesse que pour les coups dus à des charges de 1,5 ou 2 gr. de poudre. Les écarts qui s'observent entre les vitesses, en cas de charge plus forte ou plus faible, ne sont d'ailleurs pas plus considérables que ceux que présentent entre elles les différentes valeurs obtenues avec une même charge de 1 gr. De la considération des vitesses relatives à des charges différentes, mais à des chemins parcourus égaux, il n'y a donc rien à tirer en faveur d'une influence de l'intensité. Telle du reste est aussi l'opinion de M. Regnault, car, en parlant des résultats des séries que nous rapportons ici, il dit (pag. 443): „La charge de poudre n'influe pas sensiblement sur la vitesse de propagation dans nos grands conduits de 1,10 m., etc.", et ailleurs (pag. 448), en traitant d'autres séries d'observations faites dans les mêmes conduits: „la quantité de poudre n'a pas exercé une influence bien sensible."

Il reste donc à examiner si la vitesse varie lorsque, avec une même charge, le chemin parcouru devient plus grand, et pour

cela il faut comparer entre elles les différentes valeurs comprises dans chaque ligne *horizontale*. Déjà à priori, il y a quelque raison de croire qu'une semblable variation n'existe pas, car si la vitesse du son dépendait de l'intensité, il semble qu'elle aurait dû changer aussi avec la grandeur de la charge, qui détermine cette intensité; or, cela n'ayant pas été le cas, on peut présumer que la longueur du chemin parcouru n'exercera pas non plus d'influence sur la vitesse de propagation. Pourtant, si nous considérons les valeurs W, on ne saurait nier que ces chiffres n'accusent une certaine tendance à décroître lorsque le chemin parcouru s'allonge, sans toutefois qu'on puisse constater dans ce décroissement un caractère bien prononcé ou une marche tant soit peu régulière; c'est ce qu'on remarque particulièrement dans les séries 3, 4, 5, 6, 16 et 6*, où les valeurs les plus petites se trouvent au milieu, tandis que celles du commencement et de la fin diffèrent très-peu entre elles. La nature indécise du décroissement de vitesse correspondant à un affaiblissement de l'onde ressort encore mieux de la comparaison des valeurs T, dont plusieurs séries pourraient conduire à admettre, avec un droit presque égal, soit un décroissement soit un accroissement de vitesse, à mesure que le chemin parcouru devient plus long. Les valeurs S enfin, sur lesquelles nous reviendrons plus loin, n'offrent *aucune* indication d'un décroissement continu.

Quant à la légère diminution qu'on observe dans les moyennes des valeurs de W et de T, il n'est pas nécessaire de l'attribuer à une influence directe de l'intensité, attendu qu'il y a une autre cause qui peut entraîner un faible décroissement des chiffres de chaque rangée horizontale. En effet, les temps qui servent à calculer les valeurs W et T ne donnent pas, d'une manière tout à fait exacte, la durée nécessaire pour franchir un nombre déterminé de fois la longueur du tuyau : ils donnent la durée qui sépare deux interruptions différentes du courant, et pour que les deux durées en question fussent égales, il faudrait que, en dépit de toutes les variations d'intensité de l'onde, il s'écoulât toujours un même temps entre le moment où l'onde arrive à une des extré-

mités du conduit, et le moment où le courant y est interrompu. Or, tel n'est pas le cas, de sorte que chaque valeur *W* et *T* a besoin d'une certaine correction; si cette correction devait être plus grande à mesure que les chemins parcourus sont plus longs, la circonstance du léger décroissement des valeurs obtenues pour la vitesse du son se trouverait par là expliquée. Pour déterminer la correction dont il s'agit, M. Regnault a exécuté des expériences préliminaires, où il cherchait le temps exigé par la membrane, après l'arrivée de l'onde, pour se mettre en mouvement et produire la rupture du courant: les résultats de ces expériences sont communiqués à la page 81 de son Mémoire. Lorsque l'onde est engendrée par le tir d'un pistolet chargé de 1 gramme de poudre, le retard occasionné par la membrane est d'autant plus grand que l'onde a parcouru un plus grand nombre de fois la double longueur du tuyau; ainsi, après

1	fois,	le retard est de	0,1	vibration du diapason.
2	„	„	0,25	„
3	„	„	0,32	„
4	„	„	0,42	„
5	„	„	0,60	„

Ces expériences préliminaires ont été exécutées dans les tuyaux de 1,10 m. de diamètre (longueur du tuyau = 1589,5 m.) et sur une membrane ayant les mêmes dimensions que celles employées dans les expériences proprement dites. Les valeurs données sont chacune la moyenne des résultats de douze observations distinctes.

Avec ces données, M. Regnault calcule la correction applicable à la valeur *W* inscrite sous 10 L dans le tableau; cette correction s'élève à 0,16 m., tandis que pour la valeur inscrite sous 4 L elle aurait une grandeur presque égale, s'avoir 0,12 m., de sorte qu'elle ne rendrait pas compte du décroissement qu'on observe dans ces valeurs.

Nous pensons toutefois qu'il n'y a pas lieu d'attacher une grande importance aux résultats de ces expériences préliminaires. Pour justifier notre opinion, nous ferons remarquer d'abord combien est irrégulière la marche des chiffres communiqués. Aussi M. Reg-

nault rapporte-t-il une observation isolée, „prise au hasard”, qui fournit pour les retards en question des valeurs toutes différentes, savoir 0,1, 0,1, 0,3, 0,4, 1 vibration de diapason; d'après cette observation, la correction attribuable à W sous 10 L serait, non de 0,16 m., mais de 0,48 m., tandis que la correction relative à W sous 4 L serait égale à 0; par là disparaîtrait entièrement la différence existant entre ces valeurs de W.

Mais une autre raison pour douter de l'exactitude de la correction introduite par M. Regnault, nous semble découler des différentes valeurs trouvées pour S et consignées dans notre 3e tableau. Ces valeurs présentent cette circonstance remarquable que, dans presque toutes les séries, elles croissent et décroissent alternativement à mesure que le chemin parcouru s'allonge; cela est surtout frappant dans les séries 1, 2, 3, 6, 16, 17, 1*. Cette augmentation et diminution alternative ne saurait être attribuée à un effet de l'intensité, puisque celle-ci décroît d'une manière continue, mais elle s'explique très-simplement en admettant que la membrane occasionne à l'une des extrémités des retards plus petits qu'à l'autre. Car alors, pour le parcours du tuyau dans une des deux directions, le temps nécessaire sera augmenté de la différence des deux retards en question, et il sera au contraire diminué de la même quantité pour le parcours dans la direction opposée. Si, par exemple, n, n_1, n_2 sont les nombres de vibrations qui correspondent à trois passages successifs de l'onde par le tuyau, et que n_1 soit la plus petite de ces trois valeurs, $\frac{n + n_2}{2} - n_1$ représentera d'une manière approchée le double de la différence des retards aux deux extrémités. Des valeurs de S, telles que nous les avons données, on peut déduire que cette différence des retards des deux membranes peut être assez considérable. Les résultats des expériences préliminaires, tout en pouvant avoir une certaine valeur pour les membranes employées dans ces cas, ne sont donc nullement applicables à d'autres, les quantités S montrant que les retards causés par deux membranes de dimensions parfaitement égales peuvent différer notablement entre eux.

Pour ce motif, il est très regrettable que les recherches de M. Regnault, au sujet de la correction qui vient d'être indiquée, n'aient pas été plus développées, puisque maintenant il reste plus ou moins d'incertitude sur la question de savoir si les petits décroissements des vitesses sont dus uniquement à cette cause, ou bien s'il faut y voir en outre une influence directe de l'intensité décroissante. La première alternative nous paraît plus probable, attendu que, d'après les valeurs de S, les retards produits par les membranes peuvent dépasser les résultats moyens des expériences préliminaires, et que, d'après l'observation isolée rapportée ci-dessus, il ne faut que peu de chose pour effacer complétement les divergences existantes.

En outre, il est peu probable que, des deux conditions qui peuvent modifier l'intensitè, une seule aurait le pouvoir de faire varier la vitesse du son.

Les valeurs décroissantes que M. Regnault trouve fréquemment pour ses vitesses calculées doivent donc être attribuées:

1°. à ce que ces vitesses calculées sont souvent des vitesses *apparentes*, au lieu d'être des vitesses *vraies*;

2°. à ce que les corrections qui se déduisent des résultats des expériences préliminaires ne sont pas d'une application générale pour toutes les membranes, mais doivent probablement être augmentées dans beaucoup de cas.

Si les considérations qui précèdent sont justes, il n'y a pas non plus de raison pour assigner, comme le fait M. Regnault, des valeurs diverses à la vitesse du son, cette vitesse ne pouvant avoir, pour l'air sec et à la temperature de 0°, qu'une valeur unique. Or les corrections qui, d'après ce que nous avons vu, devraient être apportées aux observations de M. Regnault, auraient indubitablement le moins d'importance pour les premières valeurs des séries que nous avons données sous les lettres W et T, de sorte que le nombre 330,5 m. peut être regardé comme la valeur la plus probable de la vitesse du son dans les tuyaux de 1,10 m. de diamètre.

Tiel, Novembre 1872.

SUR LA NATURE DES ÉLÉMENTS

(CORPS NON-DÉCOMPOSÉS)

DE LA CHIMIE,

PAR

J. A. GROSHANS.

(*Suite du mémoire inséré au T. VI*, 1871, *pag.* 1.)

---

168. Le but principal de ce qui va suivre est de faire connaître la *méthode des dissolutions*, c'est-à-dire les relations qui existent entre les densités des dissolutions aqueuses et la composition atomistique des corps dissous.

169. Cette méthode repose entièrement sur les relations analogues entre les poids spécifiques des liquides et leur composition atomistique; la partie antérieure de mon Mémoire contient les considérations théoriques qui concernent ces relations; dans la présente communication j'ai rassemblé un certain nombre d'exemples, qui montreront en quelque sorte ce sujet sous un jour nouveau.

170. Dans la première partie (de mon mémoire) j'ai montré que: les poids spécifiques des liquides (aux points d'ébullition ou à des températures correspondantes) sont proportionnels aux nombres des atomes, ou, suivant une expression que j'ai employée plus d'une fois, aux équivalents d'ébullition.

171. Pour des corps composés uniquement de carbone, d'hydrogène et d'oxygène, les densités sont proportionnelles aux

nombres des atomes de C, de H et de O; pour des corps, $C_p\ H_q\ O_r$, les densités sont donc proportionnelles aux sommes $(p + q + r)$. Je commencerai par donner des exemples relatifs à cette classe de corps.

172. La loi, mentionnée dans le paragraphe 170, est tout á fait générale; cependant, ainsi que c'est le cas pour d'autres lois analogues (chaleurs spécifiques, par exemple), il est nécessaire de diviser les corps en de certains groupes.

173. Pour trouver les groupes, je me suis laissé guider par le *principe des formules ressemblantes:* j'ai dû employer cette expression dans un sens plus étendu qu'à l'ordinaire, quand il s'agissait de corps composés uniquement de C, de H et de O.

174. Il est peut-être utile de dire que je n'ai eu en vue que des formules empiriques; le caractère chimique des corps ne semble pas avoir d'influence sur les densités; M. H. Kopp est arrivé à une conclusion analogue pour les chaleurs spécifiques.

175. Je considère comme des formules ressemblantes:

$C_4\ H_6\ O_3$ anhydride de l'acide acétique,

$C_4\ H_6\ O_4$ oxalate de méthyle.

Ainsi les atomes de O peuvent différer en nombre et même manquer tout- à- fait, sans que la ressemblance cesse d'exister.

176. Sont pareillement des formules ressemblantes:

$C_7\ H_8$ toluol,

$C_8\ H_8\ O_2$ benzoate de méthyle.

Les atomes de C peuvent donc différer d'une unité (quelquefois de plus d'une unité), et cela encore simultanément avec les atomes de O.

177. Il ne reste donc souvent de ressemblance que pour les nombres d'atomes de H, qui sont égaux dans les deux corps qu'on compare; cette égalité suffit dans un grand nombre de cas.

178. Partout où je n'ai pas indiqué d'autre source, j'ai emprunté mes données aux mémoires étendus et bien connus de M. Kopp, insérés dans le journal: *Annalen der Chemie und der Pharmacie*, 1855.

179. J'ai fait un choix parmi les nombres calculés par M. Kopp,

d'après les expériences, pour les volumes spécifiques, *vs*, aux points d'ébullition, s°, et j'ai alors calculé la densité à s°, $= ds$, par la formule:

$$ds = \frac{a}{vs},$$

a étant le poids atomique.

TABLEAU VIII.

Numéro des exemples.		*vs*	*a*	*ds*	*n*	Rapports des densités.
1.	Anhydride de l'ac. acétique.............. $C_4H_6O_3$	109,9	102	0,9281	13	13
	Oxalate de méthyle... $C_4H_6O_4$	116,3	118	1,0146	14	14,21
2.	Huile d'amandes amères C_7H_6O	118,4	106	0,8951	14	14
	Acide benzoïque...... $C_7H_6O_2$	126,9	122	0,9614	15	15,03
3.	Toluol.............. C_7H_8	120,1	92	0,7661	15	15,06
	Benzoate de méthyle.. $C_8H_8O_2$	148,5	136	0,9158	18	18
	Salicylate de méthyle.. $C_8H_8O_3$	157,0	152	0,9680	19	19,03
4.	Butyrate de méthyle... $C_5H_{10}O_2$	127,3	102	0,8013	17	17
	Carbonate d'éthyle.... $C_5H_{10}O_3$	138,8	118	0,8502	18	18,04
5.	Valérianate d'éthyle... $C_7H_{14}O_2$	175,3	130	0,7415	23	23
	Succinate d'éthyle..... $C_8H_{14}O_4$	209,0	174	0,8325	26	25,82
6.	Alcool amylique...... $C_5H_{12}O$	124,4	88	0,7075	18	18
	Valérianate de méthyle. $C_6H_{12}O_2$	148,7	116	0,7802	20	19,85

180. Les exemples qui suivent contiennent aussi des atomes de Cl et de Br. On a jusqu'ici considéré et l'on considère encore ces deux corps, ainsi que tous les éléments en général, comme des corps simples, ou au moins comme des corps dont on n'a pas pu prouver — jusqu'aujourd'hui — la composition.

Quant à moi, ayant trouvé des rapports d'une nature très-simple entre les densités des vapeurs et des liquides d'une part et entre les nombres d'atomes de C, de H et de O d'autre part, j'ai conclu que les mêmes rapports devraient exister quant aux éléments en général, et alors se sont manifestés ce que j'ai appelé (d'un nom provisoire) les équivalents d'ébullition, c'est-à-dire les nombres d'atomes de corps réellement simples (inconnus d'ailleurs) dont les éléments sont composés.

181. Pour le chlore j'ai trouvé: $eq = 4$, ainsi qu'on peut le voir dans la première partie de ce mémoire; là se trouve aussi démontrée la valeur relative à l'iode, $eq = 14$; quant au brome, j'ai publié, dans les *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschafft*, 1872, page 621, un tableau de 14 exemples, donnant pour ce corps: $eq = 9$; j'admettrai encore pour le soufre le nombre 2, et, en traitant de la méthode des dissolutions, pour le nitrogène le nombre 3; j'ai déterminé ces nombres par la méthode des densités des vapeurs.

182. En comparant entre elles des formules ressemblantes, il est nécessaire de compléter les nombres d'atomes de H, en y ajoutant les atomes de Cl, Br, I ou NO_2, qui se trouvent dans la formule; soit que les corps dont on s'occupe constituent des produits de substitution véritables, ou qu'ils n'en aient que l'apparence.

183. Le tableau suivant est analogue au tableau VIII, seulement les exemples sont relatifs à des produits de substitution.

TABLEAU IX.

Numéro des exemples.		*vs*	*a*	*ds*	*n*	Rapport des densités.
1.	Alcool méthylique .... CH_4O	42,2	32	0,7582	6	6
	Bromure de méthyle .. CH_3Br	58,2	95	1,6323	13	12,91
2.	Alcool éthylique...... C_2H_6O	61,8	46	0,7432	9	9
	Chlorure d'éthyle...... C_2H_5Cl	71,2	64,5	0,9059	11	10,97
3.	Alcool butylique...... $C_4H_{10}O$	102,2	74	0,7240 Pierre et Puchot.	15	15
	Chlorure de butylène .. $C_4H_8Cl_2$	133,7	127	0,9500	20	19,68
4.	Alcool amylique ...... $C_5H_{12}O$	124,4	88	0,7075	18	18
	Chlorure d'amyle...... $C_5H_{11}Cl$	137,0	106,5	0,7773	20	19,78
5.	Bromure d'amyle...... $C_5H_{11}Br$	149,2	151	1,0120	25	25,75
	Formiate de méthyle... $C_2H_4O_2$	63,4	60	0,9462	8	8
	Chlorure de méthyle monochloré............ CH_2Cl_2	64,5	85	1,3176	11	11,14

184. Il sera plus commode de montrer le phénomène sous une autre forme. Quand les densités de deux corps sont proportionnelles aux nombres d'atomes, n et n', on a l'équation:

$$\frac{d}{d'} = \frac{n}{n'},$$

d'où:

$$\frac{n}{d} = \frac{n'}{d'} = \text{Constante } K;$$

on pourra donc comparer les constantes K et K' de deux corps, au lieu de comparer entre elles les densités de ces corps.

185. Toutes les formules du tableau suivant ont le même nombre, 10, d'atomes d'hydrogène, en y comprenant les atomes de chlore.

TABLEAU X.

		vs	*a*	*n*	*K*
1.	$C_5H_{10}O$ Aldéhyde valérianique	118,8	86	16	22,1
2.	$C_5H_{10}O_2$ Acide valérianique............	Pierre 130,2	102	17	21,7
3.	$C_5H_{10}O_3$ Carbonate d'éthyle...........	138,8	118	18	21,2
4.	$C_4H_{10}O$ Éther........................	105,6	74	15	21,4
5.	$C_4H_{10}O$ Alcool butylique.............	102,2	74	15	20,7
6.	C_4H_9Cl Chlorure de butyle...........	84,2	92,5	17	20,8
7.	$C_4H_8Cl_2$ Chlorure de butylène.........	Pierre 133,7	127	20	21,0
8.	$C_6H_{10}O_4$ Oxalate d'éthyle.............	166,8	146	20	22,8

J'ai calculé K par la formule :

$$K = vs\frac{n}{a}.$$

On voit que les valeurs de K peuvent être considérées comme égales ; il existe bien une différence assez sensible entre les valeurs extrêmes, la plus haute et la plus basse ; mais cette différence n'est pas plus considérable que celle qu'on trouve souvent pour d'autres lois analogues généralement acceptées (chaleurs spécifiques).

186. Quand au lieu de 10 atomes d'hydrogène on prend une formule contenant 20 atomes de H, la valeur de K est doublée aussi :

	vs	*a*	*n*	*K*
$C_6H_{10}O_4$ Oxalate d'éthyle.	166,8	146	20	22,8
$C_{10}H_{20}O_2$ Valérianate d'amyle.	244,1	172	32	45,4

187. En prenant ensuite une formule ne contenant que 2 atomes de H, on trouve:

	vs	*a*	*n*	*K*
$C\ H_2O_2$ Acide formique	40,9	46	5	4,4

et alors la valeur de K est $= \frac{1}{5}$ de 22 et $= \frac{1}{10}$ de 44; d'où il résulte qu'on peut exprimer K par la formule:

$$K = 4{,}4\ \frac{q}{2},$$

dans laquelle q est le nombre des atomes de H.

188. Pour beaucoup de séries homologues, le premier corps contient 2 atomes de H, et par conséquent le deuxiéme, troisième etc. en contiennent 4 at., 6 at. etc.; ainsi $\frac{q}{2}$ devient successivement $= 1, 2, 3, 4, 5$ etc., c'est-à-dire égal à la série des nombres naturels, que j'appellerai les nombres m.

Ces nombres m, qui coïncident avec les rangs des corps dans les séries homologues, me paraissent jouer un grand rôle dans l'étude des propriétés physiques des corps.

J'ai fait voir (dans la première partie de ce Mémoire) que les déviations (ou constantes des densités des vapeurs à s^2), peuvent être exprimées par $\sqrt{1}$, $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{4}$, etc.

On retrouve les valeurs $\sqrt{1}$, $\sqrt{2}$, etc., dans l'étude des chaleurs spécifiques des corps solides et liquides. J'ajouterai que de tout temps on a cru rencontrer (et souvent avec raison), dans l'étude des propriétés physiques des corps, des rapports simples, comme $\frac{1}{2}$, 2, 3, $\frac{2}{3}$, etc.

189. Tous les exemples que j'ai donnés jusqu'ici se rapportent aux points d'ébullition; mais on peut comparer les poids spécifiques

à 0°, ou à ce qu'on appelle la température ordinaire, pourvu qu'on ne compare entre eux que des corps dont les points d'ébullition sont égaux ou diffèrent d'un petit nombre de degrés; car on peut admettre que pour des corps pareils toutes les températures égales sont correspondantes.

190. Quand on réfléchit à toutes les circonstances qui influent sur les poids spécifiques, et aux grandes différences qu'on observe si souvent, pour un même corps, entre les données d'expérimentateurs différents, on conçoit facilement qu'on trouvera encore souvent des concordances intéressantes lorsque les points d'ébullition diffèrent de 20 ou même de 30 degrés; on peut admettre alors que toutes les causes perturbatrices se sont compensées mutuellement.

191. Par exemple, quand on compare les deux corps suivants à 0°,

	s	*Do°*	*n*	*Ko*
$C_5H_{10}O_3$	126 Kp	0,9998 Kp	18	18,00
$C_6H_{10}O_4$	186 „	1,1016 „	20	18,2

on reconnaît que les valeurs de *K* sont à peu pres égales et diffèrent beaucoup moins qu'aux points d'ébullition, comme on peut le voir dans le tableau X.

L'éther $C_{10}H_{20}O_2$ a un point d'ébullition théorique (suivant M. Kopp) de 188°; l'éther oxalique, $C_6H_{10}O_4$, bout à 186° (Kopp); ces deux formules sont donc comparables à 0°,

	Do°	*n*	*K*
$C_6H_{10}O_4$	1,1016 Kp	18	18,2
$C_{10}H_{20}O_2$	0,8793 „	32	36,4

Ici les valeurs de *K* sont presque exactement doubles l'une de l'autre.

192. Le groupe suivant contient 8 corps dont les formules se ressemblent toutes; on peut observer que les valeurs de *K* croissent quand les points d'ébullition baissent, comme cela devait être.

TABLEAU XI.

		s°	Dt	t	n	Kt
1.	$C_7 H_7 Cl$ Chlortoluol..........	164° Limpricht.	1,080	14	18	16,67
2.	$C_7 H_6 Cl_2$	206° Kék. *Lehrb.*	1,295	16	21	16,22
3.	$C_7 H_7 Cl O$	201° Henry.	1,182	9	19	16 08
4.	$C_7 H_7 Br O$	220° Henry.	1,494	9	24	16,06
5.	$C_7 H_7 Br$	179° Fittig.	1,409	21	23	16,32
6.	$C_7 H_8 S$ Benzylsulfhydrate. . . Deux éthers connus.	194°,5 Märcker.	1,058	20	17	16,06
7.	$C_8 H_8 O_2$	190° Kopp.	1,1026	0°	18	16,33
8.	$C_8 H_8 O_3$	223° Kopp.	1,1969	0°	19	15,87

Pour ce tableau j'ai calculé *K* par la formule :

$$Kt = \frac{n}{Dt}.$$

193. Il m'a paru intéressant de considérer les corps du dernier tableau encore sous un autre point de vue ; le tableau suivant contient les densités des vapeurs, aux points d'ébullition, exprimées dans l'unité que j'ai employée ordinairement, et qui est un tiers de la densité de la vapeur de l'eau à 100° ; ces densités ont été calculées par la formule :

$$d = 62{,}167 \frac{a}{273 + s}.$$

J'ai ajouté le toluol, $C_7 H_8$.

On voit que, pour ces neuf corps, les densités des vapeurs sont proportionnelles aux densités des liquides, d'où il suit que tous ces corps ont le même volume réduit.

TABLEAU XII.

		a	$s°$ obs.	d obs.	n	$s°$ calc.
1.	C_7H_8Cl	126,5	164	18,00	18	163,9
2.	$C_7H_6Cl_2$	161	206	20,89	21	203,6
3.	C_7H_7ClO	142,5	201	18,69	19	193,2
4.	C_7H_7BrO	187	220	23,58	24	211,4
5.	C_7H_7Br	171	179	23,52	23	189,2
6.	C_7H_8S	124	194	16,49	17	180,4
7.	$C_8H_8O_2$	136	190	18,26	18	196,9
8.	$C_8H_8O_3$	152	123	19,05	19	224,3
9.	C_7H_8	92	108	15,01	15	108,1

194. Je terminerai mes séries d'exemples en montrant que les poids spécifiques, à la température ordinaire, des corps appartenant à deux séries homologues connues, $C_nH_{2n}O_2$ et $C_nH_{2n}O_3$ (éthers), sont proportionnels aux nombres des atomes et inversement proportionnels aux nombres $m = \frac{q}{2}$; on sait que les points d'ébullition de deux corps qui se suivent dans ces séries, ne diffèrent que d'un petit nombre de degrés; par conséquent on pourra comparer deux corps consécutifs; je multiplierai les poids spécifiques par les nombres m, et alors les produits seront proportionnels aux nombres d'atomes.

Ethers $C_nH_{2n}O_2$.

Toutes les densités se rapportent à 0° et toutes ont été observées par M. Kopp, excepté celles de $C_8H_{16}O_2$, $C_9H_{18}O_2$ et $C_{10}H_{20}O_2$, observées par MM. Pierre et Puchot.

TABLEAU XIII.

	D obs.	m	Produits.	n	Rapports des produits.
$C_2 H_4 O_2$	0,9984	2	1,9968	8	
$C_3 H_6 O_2$	0,9447	3	2,8341	11	8 : 11,35
$C_4 H_8 O_2$	0,9105	4	3,6420	14	11 : 14,13
$C_5 H_{10} O_2$	0,9091	5	4,5495	17	14 : 17,49
$C_6 H_{12} O_2$	0,9015	6	5,4090	20	17 : 20,21
$C_7 H_{14} O_2$	0,8837	7	6,1859	23	20 : 22,87
$C_8 H_{16} O_2$	0,8719	8	6,9752	26	23 : 25,93
$C_9 H_{18} O_2$	0,8884	9	7,9756	29	26 : 29,73
$C_{10} H_{20} O_2$	0,874	10	8,740	32	29 : 31,78

Ethers $C_n H_{2n} O_3$.

Toutes les densités se rapportent à 13°, excepté celle de $C_8 H_{16} O_3$ (18°,7), et ont été observées par MM. Frankland et Duppa et par M. Friedel.

TABLEAU XIV.

	D obs.	m	Produits.	n	Rapports des produits.
$C_5 H_{10} O_3$	1,042	5	5,210	18	
$C_6 H_{12} O_3$	0,9931	6	5,9586	21	18 : 20,58
$C_7 H_{14} O_3$	0,9768	7	6,8316	24	21 : 24,08
$C_8 H_{16} O_3$	0,9613	8	7,6904	27	24 : 27,02
$C_8 H_{18} O_3$	0,9449	9	8,5041	30	27 : 29,86

195. Je passe maintenant à la

Méthode des dissolutions.

Je me suis servi pour les dissolutions de la formule d'interpolation :

$$D = 1 + \frac{1}{\alpha A + \beta}.$$

D est la densité de la dissolution; A le nombre des atomes

d'eau combinés avec un atome du corps dissous; α et β deux constantes, qui sont déterminées par deux expériences.

196. Quand A est $= \infty$, D est $= 1$, densité de l'eau pure; quand A est $= 0$, on a:

$$D = 1 + \frac{1}{\beta} = \delta,$$

et δ exprime alors le poids spécifique du corps dissous à l'état anhydre.

197. La formule générale représente assez bien les résultats des expériences; elle donne ordinairement les trois premières décimales et ne varie que dans la quatrième décimale.

198. Quant à δ, la formule donne souvent pour les poids spécifiques des corps dissous à peu près les mêmes nombres que ceux fournis par l'expérience; je me propose d'étudier encore ce sujet; cependant j'ai cru devoir donner ici quelques-uns des résultats déjà obtenus.

TABLEAU XV.

		Auteurs des expériences sur les dissolutions.	δ obs.	Auteurs des expériences.	δ calc.
1.	Sucre............ $C_{12}H_{22}O_{11}$	Marignac.	1,59	Marignac.	1,588
2.	Glycérine........ $C_3H_8O_3$	Schweickert.	1,267	Schweickert.	1,2671
3.	KNO_3..........	Kremers.	2,06	Kopp.	2,06
			2,10	Karsten.	
4.	K I..............	Kremers.	2,91	Karsten.	3,22
			3,08/3,10 Boullay.		
5.	K Cl.............	Kremers.	1,94	Kopp.	1,95
6.	Na Br............	Kremers.	3,08	Kremers.	3,12
7.	$NaNO_3$.........	Kremers.	2,19	Marx.	2,14
			2,20	Kopp.	
			2,26	Karsten.	

199. Il est plus commode d'employer la formule modifiée de la manière suivante:

$$D = 1 + \frac{1}{\alpha\,(A + \lambda)},$$

dans laquelle λ est $= \frac{\beta}{\alpha}$.

200. Je ferai connaître plus loin une formule scientifique, tirée des propriétés des dissolutions.

201. Pour la glycérine, j'ai trouvé, d'après les expériences de M. Schweikert,

$$\alpha = 0{,}92549 \text{ et } \lambda = 4{,}0436.$$

La formule a donné les concordances suivantes:

TABLEAU XVI.

Glycérine $C_3\,H_8\,O_3$ $a = 92$.

p	A	D obs.	D calc.
50	5,1111	1,118	formule
60	3,4075	1,145	1,1449
70	2,1905	1,173	1,1733
80	1,2778	1,203	formule
90	0,5714	1,234	1,2341
100	0,0000	1,267	1,2671

p signifie parties de glycérine dissoutes dans 100—p parties d'eau.

202. La glycérine, $C_3\,H_8\,O_3$, peut être considérée comme un corps appartenant à une série homologue dont elle serait le quatrième membre; m est $= \frac{q}{2} = \frac{8}{2} = 4$. Quand on ajoute à sa formule $H_2\,O$, $2\,H_2\,O$, $3\,H_2\,O$ etc., on obtient $C_3\,H_{10}\,O_4$, $C_3\,H_{12}\,O_5$, $C_3\,H_{14}\,O_6$ etc.; c'est en quelque sorte une nouvelle espèce de série homologue, dont la différence, au lieu d'être comme à l'ordinaire de CH_2, est de OH_2; au reste, on a toujours pour chaque terme de la série nouvelle: $m = \frac{q}{2} = A + 4$.

203. Le tableau suivant (XVII) contient les densités, calculées par la formule, des dissolutions de glycérine à 1 atome d'eau,

2 atomes, 3 atomes d'eau etc.; j'ai multiplié ces densités par les nombres $m = A + 4$, et alors les produits sont proportionnels aux nombres d'atomes.

204. En géneral, il ne faut comparer entre elles que deux dissolutions qui ne diffèrent que d'un seul atome d'eau; on rentre ainsi en quelque sorte dans le cas des séries $C_n H_{2n} O_2$ et $C_n H_{2n} O_3$, dont on peut comparer, à la température ordinaire, deux corps qui se suivent, quoique les points d'ébullition ne soient pas égaux, la différence étant seulement petite; il est clair que les températures égales, pour des dissolutions du même corps avec des atomes d'eau en nombre différent, ne peuvent pas être des températures correspondantes; mais on peut admettre que les erreurs provenant de cette cause seront réduites à un minimum, quand la différence des nombres d'atomes d'eau ne sera que d'une unité.

TABLEAU XVII.

Dissolution de glycérine, $C_3 H_8 O_3$.

A	Formule.	D calc.	m	Produits.	n	Rapports des produits.
0	$C_3 H_8 O_3$	1,267	4	5,068	14	
1	$C_3 H_{10} O_4$	1,2142	5	6,0710	17	14 : 16,77
2	$C_3 H_{12} O_5$	1,1787	6	7,0622	20	17 : 19,76
3	$C_3 H_{14} O_6$	1,1534	7	8,0738	23	20 : 22,83
4	$C_3 H_{16} O_7$	1,1343	8	9,0744	26	23 : 25,83
5	$C_3 H_{18} O_8$	1,1195	9	10,755	29	26 : 28,87
10	$C_3 H_{28} O_{13}$	1,0769	14	15,077	44	44,
11	$C_3 H_{30} O_{14}$	1,0718	15	16,077	47	46,92
12	$C_3 H_{32} O_{15}$	1,0673	16	17,077	50	49,88

205. Pour l'acide tartrique, $C_4 H_6 O_6$, j'ai trouvé, d'après les expériences de M. Gerlach, $\alpha = 0{,}26406$ et $\lambda = 5{,}7124$.

La formule a donné les concordances suivantes:

TABLEAU XVIII.

Acide tartrique, $C_4 H_6 O_6$, $a = 150$.

p	A	D obs.	D calc.
10	75,	1,04692	formule
20	33,3	1,09693	1,9699
30	19,4	1,15047	1,1505
40	12,5	1,20785	1,2079
50	8,3	1,26692	formule

pour ne pas trop multiplier les chiffres, j'ai donné A avec une seule décimale.

206. J'ai composé pour l'acide tartrique un tableau analogue au tableau XVII relatif à la glycérine; pour $C_4 H_6 O_6$, $q = 6$, $m = A + 3$.

TABLEAU XIX.

Dissolution de l'acide tartrique, $C_4 H_6 O_6$.

A	Formules.	D calc.	m	Produits.	n	Rapport des produits.
8.	$C_4 H_{22} O_{14}$......	1,2762	11	14,04	40	40,--
9.	$C_4 H_{24} O_{15}$......	1,2574	12	15,09	43	42,99
10.	$C_4 H_{26} O_{16}$......	1,2410	13	16,13	46	45,97
11.	$C_4 H_{28} O_{17}$......	1,2266	14	17,17	49	48,93

207. Je passe maintenant à un corps de la classe qu'on appelle inorganique, à l'acide iodhydrique, HI; si l'équivalent d'ébullition de I est $= 14$, celui de HI sera $= 15$.

208. Pour HI j'ai trouvé, d'après les expériences de M. Topsoë, $\alpha = 0,19815$ et $\lambda = 1,9273$.

J'ai calculé pour ce corps deux tableaux, tout à fait comparables aux couples de tableaux pour $C_3 H_8 O_3$ et $C_4 H_6 O_6$.

TABLEAU XX.

HI, $a = 128$;

p	A	D obs.	D calc.
2,286	304,0	1,017	1,016
7,019	93,0	1,0524	formule
10,15	62,9	1,077	1,078
25,86	20,4	1,225	1,226
45,71	8,4	1,4865	formule
57,74	5,2	1,708	1,708

TABLEAU XXI.

Dissolution de H I.

Formules.	D calc.	m	Produits.	n	Rapport des produits.
$HI + 6\ H_2O$	1,636	7	11,45	33	33,—
7 „	1,565	8	12,52	36	36,07
8 „	1,508	9	13,57	39	39,10
9 „	1,462	10	14,62	42	42,13
10 „	1,423	11	15,65	45	45,10

209. HI peut donc être regardé comme le premier terme d'une série homologue (de la nouvelle espèce), dont les termes suivants seraient $HI + H_2O$, $HI + 2H_2O$, $HI + 3H_2O$, etc.; je n'ai pas à m'occuper ici de la question de savoir si les termes deuxième, troisième, etc. de cette série peuvent exister; pour tous les corps de la série, on a $m = A + 1$.

210. Quand on ajoute $7H_2O$ à $C_3H_8O_3$, on a $m = A + 4 = 11$; de même en ajoutant $8H_2O$ à $C_4H_6O_6$, on a $m = A + 3 = 11$; et en ajoutant $10H_2O$ à HI, on a $m = A + 1 = 11$.

211. Pour ces trois dissolutions on a donc $m = 11$; les valeurs de K pour ces dissolutions sont à peu près égales.

	D calc.	n	K
$C_3H_8O_3 + 7\ A$	1,0978	35	31,88
$C_4H_6O_6 + 8\ A$	1,2762	40	31,34
$HI + 10\ A$	1,4231	45	31,62

212. Au besoin, on pourrait profiter de l'égalité (approximative) des valeurs de K pour la même valeur de m, pour déterminer l'équivalent d'ébullition d'un corps quelconque, dont quelques combinaisons seraient solubles.

213. J'ai réussi cependant à trouver une méthode beaucoup plus facile pour déterminer les équivalents d'ébullition des corps dissous, savoir par la comparaison entre elles des valeurs de α ou plutôt de la fonction $\frac{3}{\alpha}$, comme on pourra le voir plus loin.

214. HI est un des 16 corps que j'appellerai RX; R étant K, Na, Li ou H, et X étant I, Br, Cl ou NO_3.

Je me suis servi des expériences de M. Topsoë pour HI et HBr, des expériences de Ure pour HCl et HNO_3, et des expériences de M. Kremers pour les 12 autres corps; pour les 16 corps on a $m = A + 1$, comme je m'en suis assuré de la même manière que pour HI.

215. Je réunirai dans un tableau quelques propriétes des dissolutions des corps RX, entre autres les valeurs de K pour chaque corps RX + 10 A; la détermination de K suppose qu'on connaisse les équivalents d'ébullition de Li, de Na et de K; j'ai déterminé ces équivalents, comme on le verra plus loin, au moyen des valeurs $\frac{3}{\alpha}$.

(Voir tableau XXII, page 57.)

216. Les valeurs de α sont des approximations, dont il est difficile d'estimer la précision; ces valeurs dépendent de beaucoup de circonstances; on peut admettre qu'on réussira, par les progrès de la science, à rendre les valeurs de α pour des corps différents de plus en plus comparables.

217. Les propriétés des dissolutions dont j'ai traité permettent facilement de trouver la formule scientifique qui est l'expression de ces propriétés.

218. Supposons un corps dissous, organique ou inorganique, $= R$, dont l'équivalent d'ébullition soit $= B$, et prenons m, pour le corps dissous à l'état anhydre, $= M$; soient deux dissolutions,

TABLEAU XXII.

Dissolutions de RX; K = 5; Na = 4; Li = 2, I = 14; Br = 9; Cl = 4; N = 3; H = 1; O = 1;
$n = 3\,A + B = 30 + B.$

	α	λ	DA_{10}	n	$K = \frac{n}{D}$
K I..........	0,14935	3,01	1,5145	49	32.36
K Br..........	0,21478	2,74	1,3654	44	32,24
K Cl..........	0,38606	2,73	1,2035	39	32,40
K NO_3........	0,28859	3,28	1,2610	41	32,52
Na I..........	0,15701	2,34	1,5161	48	31,66
Ba Br.........	0,22846	2,06	1,3628	43	31,55
Na Cl.........	0,43692	2,24	1,1870	38	32,01
Na NO_3.......	0,31843	2,76	1,2460	40	32,11
Li I..........	0,18337	2,04	1,4530	46	31,66
Li Br.........	0,30334	1,69	1,2820	41	31,98
Li Cl.........	0,72954	2,46	1,1111	36	32,40
Li NO_3.......	0,44892	2,15	1,1833	38	32,12
H I..........	0,19815	1,93	1,4231	45	31,62
H Br.........	0,32746	1,30	1,2700	40	31,50
H Cl..........	1,0074	1,92	1,0832	35	32,32
H NO_3........	0,50190	2,72	1,1567	37	31,98

avec des atomes d'eau A et A′, alors les densites D et D′ sont proportionnelles aux équivalents d'ébullition, (3 A + B) et (3 A′ + B), et inversement proportionnelles aux nombres m et m', = (A + M) et (A′ + M).

On aura donc l'équation:

$$\frac{D}{D'} = \frac{3\,A + B}{3\,A' + B} \times \frac{A' + M}{A + M}$$

quand on fait $A' = \infty$, D' devient = 1 et l'équation est réduite à:

$$D = 1 + \frac{1}{\frac{3}{B - 3\,M}(A + M)}$$

219. Cette formule scientifique a la même forme que la formule empirique; α correspond à $\frac{3}{B - 3M}$ et λ à M.

220. Pour ce qui regarde les différences entre les deux formules, la formule scientifique ne peut être employée comme formule d'interpolation; je parlerai plus loin des rappports entre α et $\frac{3}{B - 3M}$; quant à λ, les valeurs qu'on trouve pour cette quantité sont autres que celles de M; le tableau XXII contient les valeurs de λ pour les corps RX; pour tous ces corps M est $= 1$; si pour la glycérine λ et M ont à peu près la même valeur, c'est une concordance fortuite.

221. On peut dire, en voyant la précision avec laquelle la formule empirique s'adapte aux résultats des expériences, que dans cette formule il est tenu compte de toutes les causes perturbatrices.

222. Je vais maitenant m'occuper des rapports entre α et B.

On a vu que:

$$\alpha = \frac{3}{B - 3M},$$

par conséquent:

$$\frac{3}{\alpha} = B - 3M.$$

223. Pour deux corps appartenant à un même groupe, tel que RX, (M étant $=$ M′), on aurait:

$$\frac{3}{\alpha} - \frac{3}{\alpha'} = B - B'.$$

224. Les équivalents d'ébullition de I, Br et Cl étant respectivement $=$ 14, 9 et 4, on a pour (B — B′):

$$RI - RBr = 5$$
$$RBr - RCl = 5,$$

et l'on pourrait s'attendre à trouver une différence égale à 5 pour les valeurs $\left(\frac{3}{\alpha} - \frac{3}{\alpha'}\right)$ de:

RI — R Br et de R Br — R Cl.

225. Voici ce qu'apprend là-dessus l'expérience pour les corps RI, R Br et R Cl.

Différences des valeurs trouvées pour $\frac{3}{\alpha}$.

KI — K Br = 6,11	Na I — Na Br = 5,98
K Br — K Cl = 6,20	Na Br — Na Cl = 6,26.
Li I — Li Br = 6,46	HI — H Br = 5,99
Li Br — Li Cl = 5,81	H Br — H Cl = 6,17.

226. Quand on a égard à toutes les causes perturbatrices, on peut considérer toutes ces différences comme égales entre elles, quoiqu'elles ne soient pas égales au nombre 5; la moyenne des différences est = 6,13.

227. Il paraît donc que les différences B — B′ sont multipliées par une constante, que j'appellerai γ:

$$\gamma = \frac{6,13}{5} = 1,226.$$

228. Pour des corps RI et RNO_3 on a:

$$B - B' = (R + 14) - (R + 6) = 8.$$

Voici les différences pour les quantités $\frac{3}{\alpha}$:

KI — KNO_3 = 9,68	Na I — Na NO_3 = 9,69
Li I — Li NO_3 = 9,68	HI — HNO_3 = 9,16

moyenne: 9,55, d'où:

$$\gamma = \frac{9,55}{8} = 1,194.$$

229. La moyenne générale pour les 16 corps RX est:

$$\gamma = 1,217.$$

230. Je parlerai plus loin d'une autre classe nombreuse de corps RX_2, pour lesquels on observe le même phénomène.

231. La formule $\frac{3}{\alpha} = B - 3M$ doit donc, d'après l'expérience, être changée en celle-ci:

$$\frac{3}{\alpha} = B\gamma - 3M.$$

232. Je vais maintenant faire voir comment on peut déterminer la valeur de B d'après la valeur de $\frac{3}{\alpha}$.

233. L'expérience montre que, pour les éléments en général, une valeur plus grande du poids atomique donne une valeur plus grande de B, sans que ces deux valeurs soient proportionnelles.

234. Le poids atomique du lithium étant = 7 et n'excédant celui de H que de 6 unités, on est porté à croire d'avance que B pour le lithium sera peut-être = 1, comme c'est le cas pour l'hydrogène, et qu'en tout cas la valeur de (B — B') pour ces deux corps sera petite.

235. Voici ce qu'apprend l'expérience.

Différences des valeurs de $\frac{3}{\alpha}$:

Li I — HI = 1,22	Li Cl — H Cl = 1,13
Li Br — H Br = 0,75	Li NO_3 — HNO_3 = 0,70

dont la moyenne est = 0,95.

236. On pourrait désirer plus d'uniformité entre les quatre différences, qui devraient approcher davantage d'une égalité exacte; cependant on peut conclure avec certitude:

premièrement, que Li et H n'ont pas le même équivalent d'ébullition;

secondement, que la différence ne saurait excéder une seule fois la valeur de γ;

troisièmement, que H étant = 1, Li est = 1 + 1 = 2; le lithium est donc composé de deux atomes.

237. On peut comparer de la même manière les différences des valeurs de $\frac{3}{\alpha}$ pour KX, Na X et Li X:

K I — Na I = 0,97	Na I — Li I = 2,75
K Br — Na Br = 0,84	Na Br — Li Br = 3,23
K Cl — Na Cl = 0,90	Na Cl — Li Cl = 2,76
K NO_3 — Na NO_3 = 0,98	Na NO_3 — Li NO_3 = 2,74
moyenne 0,92	moyenne 2,87

238. Le manque de concordance entre ces nombres résulte des conditions des expériences. J'ai souvent souhaité (entre autres) de trouver des expériences relatives à des dissolutions très-étendues; ces dissolutions me paraissent devoir donner des valeurs de $\frac{3}{\alpha}$ plus comparables pour des corps différents. Cepen-

dant on peut conclure, avec probabilité, que Na est $=$ Li $+ 2 = 4$, et K $=$ Na $+ 1 = 5$.

239. Le tableau suivant contient, pour les 16 corps RX, les valeurs observées de $\frac{3}{\alpha}$ et les valeurs calculées par la formule :

$$\frac{3}{\alpha} = 1{,}217\,B - 3.$$

TABLEAU XXIII.

	B.	$\frac{3}{\alpha}$ obs.	$\frac{3}{\alpha}$ calc.	Différences calc. — obs.
KI	19	20,08	20,12	+ 0,04
K Br..........	14	13,97	14,04	+ 0,07
K Cl..........	9	7,77	7,95	+ 0,18
K NO_3........	11	10,40	10,39	— 0,01
Na I..........	18	19,11	18,91	— 0,20
Na Br.........	13	13,13	12,82	— 0,31
Na Cl.........	8	6,87	6,74	— 0,13
Na NO_3.......	10	9,42	9,17	— 0,25
Li I..........	16	16,36	16,47	+ 0,11
Li Br.........	11	9,90	10,39	+ 0,49
Li Cl.........	6	4,11	4,30	+ 0,19
Li NO_3.......	8	6.68	6.74	+ 0,06
HI	15	15,14	15.26	+ 0,12
H Br..........	10	9,15	9,17	+ 0.02
H Cl..........	5	2,98	3,08	+ 0,10
H NO_3........	7	5.98	5,52	— 0,46

240. La valeur de γ dépend, entre autres, de la température à laquelle les expériences ont été faites; il me semble qu'il faudrait adopter à l'avenir une température conventionnelle déterminée, par ex. celle de 0°; je suppose que la manière la plus exacte de déterminer α serait de choisir une dissolution aussi étendue que possible et de calculer la valeur de $\frac{3}{\alpha}$ par la formule :

$$\frac{3}{\alpha} = 3\,(A + M)\,(D - 1).$$

241. Il se pourrait qu'on obtînt de cette manière pour tous les corps des valeurs très-rapprochées de γ; car on peut admettre que quand A est très-grand, toutes les températures égales sont correspondantes.

242. Pour les corps RX_2 on a, de même que pour les corps RX, $M = 1$; c'était probable d'avance, mais je m'en suis assuré en outre par le calcul.

Pour ces corps, les valeurs de $(B - B')$ sont doubles des valeurs analogues qour les corps RX; les différences $\left(\frac{3}{\alpha} - \frac{3}{\alpha'}\right)$ sont doubles aussi.

J'ai calculé les valeurs de $\frac{3}{\alpha}$ d'après les expériences de M. Kremers, excepté pour $Zn\,N_2\,O_6$, corps pour lequel je me suis servi des expériences de M. Oudemans.

Différences des valeurs $\frac{3}{\alpha}$.

$Ba\,I_2 - Ba\,Br_2$	$= 13{,}20$	$Sr\,I_2 - Sr\,Br_2$	$= 12{,}46$
$Ba\,Br_2 - Ba\,Cl_2$	$= 11{,}27$	$Sr\,Br_2 - Sr\,Cl_2$	$= 12{,}78$
$Cd\,I_2 - Cd\,Br_2$	$= 12{,}10$	$Zn\,I_2 - Zn\,Br_2$	$= 11{,}37$
$Cd\,Br_2 - Cd\,Cl_2$	$= 12{,}02$	$Zn\,Br_2 - Zn\,Cl_2$	$= 13{,}92$
$Ca\,I_2 - Ca\,Br_2$	$= 11{,}63$	$Mg\,I_2 - Mg\,Br_2$	$= 12{,}62$
$Ca\,Br_2 - Ca\,Cl_2$	$= 12{,}52$	$Mg\,Br_2 - Mg\,Cl_2$	$= 12{,}19$
$Ba\,I_2 - Ba\,N_2\,O_6$	$= 19{,}56$	$Sr\,I_2 - Sr\,N_2\,O_6$	$= 19{,}73$
$Zn\,I_2 - Zn\,N_2\,O_6$	$= 19{,}67.$		

La moyenne générale pour γ est:

$$\gamma = 1{,}232.$$

243. J'ai déterminé d'après les valeurs de $\frac{3}{\alpha}$ pour les corps RX_2, les équivalents d'ébullition suivants:

$Mg = 5$; $Ca = 7$; $Zn = 11$; $Sr = 13$; $Cd = 15$; $Ba = 19$.

Ces déterminations sont provisoires et devront être vérifiées plus tard; je suppose que les valeurs exactes ne différeront guère que d'une unité au plus pour quelques corps.

244. D'après les expériences de M. Gerlach sur les dissolutions de $Sn\,Cl_2$, j'ai trouvé l'équivalent d'ébullition de $Sn = 14$.

ROTTERDAM, 5 Février 1873.

SUR L'INFLUENCE

QUE LES

AGENTS DE DISSOLUTION OPTIQUEMENT INACTIFS EXERCENT

SUR LE

POUVOIR ROTATOIRE SPÉCIFIQUE DES MATIÈRES ACTIVES.

PAR

A. C. OUDEMANS Jr.

Après qu'Arago eut observé le premier, en 1811, la polarisation circulaire dans le quartz, Biot trouva, en 1815 (en même temps que Seebeck), que la propriété appartenant au quartz se rencontrait aussi chez un liquide d'origine organique, l'essence de térébenthine.

Cette importante découverte devint pour Biot le point de départ d'une série de recherches, qui apprirent que beaucoup d'autres liquides, soit combinaisons organiques affectant cet état d'agrégation, soit dissolutions aqueuses, alcooliques etc. de corps organiques solides, présentaient le même phénomène, à des degrés très divers. Pour les matières à l'état solide la question n'était pas aussi facile à résoudre, en partie à cause de la difficulté d'obtenir des cristaux parfaitement homogènes et de dimensions suffisantes, mais surtout parce que les phénomènes de polarisation rectiligne, qui intervenaient chez la plupart des cristaux soumis à l'examen, entravaient la constatation du pouvoir rotatoire.

Afin de pouvoir comparer entre eux les pouvoirs rotatoires de

substances différentes, et de pouvoir approfondir l'étude des lois de la polarisation circulaire, Biot introduisit la notion du pouvoir rotatoire spécifique ou moléculaire. Il entendait par là la déviation du plan de polarisation pour un rayon déterminé, produite par une couche longue de 1 décimètre de la matière active, prise à un degré de concentration égal à l'unité et ayant une densité égale à l'unité.

Ainsi, α représentant la déviation observée du plan de polarisation pour une couche longue de l décimètres d'une matière simple solide ou liquide d'une densité δ, le pouvoir rotatoire spécifique (α) de cette matière sera exprimé par $\frac{\alpha}{l.\,\delta}$.

Pour les dissolutions de matières actives dans des liquides inactifs, la formule prend la forme suivante:

$$(\alpha) = \frac{\alpha}{\varepsilon\, l.\, \delta},$$

où ε représente le degré de concentration, c'est-à-dire le rapport entre le poids de l'élément actif et celui du liquide total $\left(\frac{P}{P+p}\right.$, si P exprime le poids de la substance active et p celui de l'agent dissolvant).

Les premières expériences de Biot, continuées pendant une suite d'années, semblèrent prouver que le pouvoir rotatoire spécifique d'une matière active prise en dissolution était tout à fait indépendant du degré de concentration; de sorte que, à l'aide de la formule ci-dessus, le pouvoir rotatoire de toutes les substances actives pourrait être déduit de celui d'une dissolution de ces substances dans un liquide inactif quelconque, pourvu seulement que la composition de cette dissolution fut exactement connue.

Des expériences faites sur le sucre, dans lesquelles le pouvoir rotatoire de cette matière à l'état amorphe, fondu, fut comparé avec celui que présentait une dissolution aqueuse du même corps, donnèrent des résultats qui s'accordaient assez bien avec l'hypothèse en question. Biot crut, du moins, que l'écart entre la valeur calculée et la valeur directement observée du pouvoir rotatoire

devait être attribué à de petites inexactitudes, inséparables de recherches aussi difficiles que celle à laquelle il venait de se livrer.

Plus tard seulement (en 1852), lorsqu'il put disposer de moyens plus parfaits, Biot découvrit que ce qui avait été regardé jusqu'alors comme un phénomène général n'était qu'une exception, et que le pouvoir rotatoire spécifique des matières actives était modifié par la quantité plus ou moins grande du liquide dans lequel elles étaient dissoutes: de sorte que la formule donnée par lui conduisait, pour des dissolutions de concentrations *différentes*, à des valeurs *différentes* de (α). Cette influence du degré de concentration se faisait surtout sentir très fortement chez l'acide tartrique.

Il importait beaucoup de savoir si le pouvoir rotatoire spécifique dépendait, ou non, de la température. A ce sujet, Biot a aussi communiqué maintes données intéressantes; ses expériences, entre autres, sur les dissolutions de l'acide tartrique dans l'esprit de bois (*Mém. de l'Académie des Sciences*, t. XV, p. 260) fournirent la preuve que la température exerce une influence décisive sur le pouvoir rotatoire de la matière active dans ces dissolutions. A une date plus récente, d'autres physiciens se sont occupés de recherches analogues. M. Bouchardat a démontré l'influence de la température sur le pouvoir rotatoire des sels de quinine; M. Gernez (*Annales de l'Ecole normale*, t. I) l'a établie pour celui des essences de térébenthine, d'orange et de bigarade. Cette influence, toutefois, ne se manifeste pas chez *tous* les corps actifs; c'est ce qui résulte des expériences de M. Tuchschmid (*Journ. für prakt. Chem.*, nouv. sér., II, 235 (1870)), qui ont fait voir que le pouvoir rotatoire d'une dissolution de sucre de canne ne change pas avec la température.

Mais, outre ces deux conditions, il y en a encore une troisième qui peut exercer une action notable sur le pouvoir rotatoire spécifique, et à laquelle néanmoins on n'a donné jusqu'ici que très peu d'attention, de sorte qu'elle ne se trouve souvent pas même mentionnée dans les ouvrages généraux les plus étendus; cette condition, c'est la *nature* du dissolvant.

Dans les traités et les mémoires de chimie, là où il est question de la valeur du pouvoir rotatoire des substances actives, on admet d'ordinaire tacitement que ce pouvoir n'est pas modifié par le dissolvant, *lorsque celui-ci n'exerce aucune action chimique sur la matière active.* Ainsi, pour les alcaloïdes, on ne fait d'autre distinction qu'entre les dissolutions dans l'alcool et les dissolutions dans les acides étendus; ainsi encore, pour l'asparagine et autres matières semblables, on cherche quelquefois une différence du pouvoir rotatoire après l'addition des acides et des alcalis; mais presque jamais il n'est dit un mot de l'influence des liquides qui, d'après les idées généralement reçues, sont chimiquement indifférents.

A ma connaissance, Biot et M. Jodin sont les seuls qui aient nettement reconnu, et évalué en chiffres, l'influence du dissolvant chimiquement et optiquement inactif sur le pouvoir rotatoire de la matière active dissoute.

Biot a borné ses recherches aux dissolutions de l'acide tartrique dans l'eau, l'alcool et l'esprit de bois (*Mém. de l'Acad.*, t. XV, p. 93), et il a trouvé que, pour un même degré de concentration et à une température presque égale, l'acide tartrique avait dans ces dissolutions un pouvoir rotatoire différent, comme on peut le voir par le tableau suivant:

Déviation du plan de polarisation pour les rayons lumineux transmis par le verre rouge.

Température.	Agent dissolvant.	Degré de concentration (ε).	(α).
+ 25°,0	Eau.	0,24	→ 10°,8
+ 25 ,0	„	0,32	→ 9 ,5
+ 11 ,8	Esprit de bois	0,24	→ 3 ,7
+ 12 ,0	„	0,32	→ 2 ,4
+ 22 ,0	„	0,32	→ 4 ,3
+ 5 ,0	Alcool.	0,02	→ 2 ,1
+ 5 ,0	Eau.	0,02	← 2 ,1

M. Jodin a observé, en 1864 (*Compt. rend.*, t. LVIII, p. 613), qu'une certaine dissolution aqueuse de sucre interverti, étendue d'un volume égal d'*eau*, présentait un pouvoir rotatoire spécifique de — 28°,8; la même dissolution, mêlée avec son volume d'*alcool*, ne possédait plus qu'un P. R. S. de — 19°. Comme avec des dissolutions aqueuses de sucre de canne et de glycose on ne remarquait aucune trace d'une pareille différence, M. Jodin pensa que la cause du fait observé devait être cherchée dans la lévulose, qui constitue l'un des éléments du sucre interverti, où elle se trouve mêlée avec la glycose. Il trouva en effet, pour des dissolutions de lévulose qui contenaient 0,128 gr. par C. C.:

dissol. alcooliques $\alpha = -\ 92°$
dissol. aqueuses $\alpha = -\ 104.$

Il trouva en outre que, lorsque la proportion d'alcool augmentait dans le mélange dissolvant, le P. R. S. du sucre augmentait également [1]).

J'étais encore tout à fait dans l'ignorance au sujet de cette influence des dissolvants inactifs sur le P. R. S. des matières actives, lorsqu'une circonstance fortuite vint appeler mon attention sur ce point. En voulant déterminer le pouvoir rotatoire du sulfate de cinchonine, j'avais trouvé que ce sel, bien que réduit en poudre très fine, ne se dissolvait dans l'eau froide que fort difficilement et avec une extrême lenteur. L'application d'une douce chaleur, dans le but d'accélérer la dissolution, occassionnait généralement une légère dissociation et la séparation d'un peu de cinchonine, et devait par conséquent être évitée. Pour obvier à cette difficulté, j'ajoutai un peu d'alcool, ne soupçonnant pas que cela aurait quelque influence sur le pouvoir rotatoire du sel. Mais les résultats de différentes expériences, où j'avais employé des quantités variables d'alcool, présentaient des écarts si considérables, que, vu l'exactitude de la méthode d'observation, ces écarts ne pouvaient être

[1]) M. Jodin renvoie ici à un Mémoire dans lequel il a donné les résultats détaillés de ces dernières recherches. Je n'ai pas réussi à savoir dans quel recueil ce Mémoire a été publié.

attribués qu'à l'addition de l'alcool. Et en effet, l'influence de ce liquide sur le P. R. S. du sulfate dissous fut bientôt mise en pleine évidence, ce qui m'engagea à poursuivre mes recherches et à étudier l'influence de l'agent dissolvant chez quelques autres matières actives.

Pour l'exécution de ces expériences je me suis servi d'un polaristrobomètre de Wild, excellent instrument, qui, dans des conditions favorables et en observant toutes les précautions nécessaires, permet d'obtenir, au moyen de 12—16 observations, un résultat final exact à 1—2 minutes près.

En général, les observations étaient effectuées successivement sur les différents quadrants du cercle divisé, et cette opération était répétée plusieurs fois. Pour déduire le résultat final des 12 à 16 valeurs obtenues, on n'a qu'à en prendre la moyenne; il a été prouvé en effet par M. Van de Sande Bakhuijzen (Pogg. *Ann.*, t. CXLIV, p. 259 et suiv.), qu'en prenant la moyenne des observations distribuées sur les quatre quadrants, on élimine les erreurs qui proviennent 1°. de la construction et du placement du nicol tournant, et 2°. de la légère inexactitude qui peut exister dans le placement des lames de spath du polariscope de Savart.

Les observations ont d'ailleurs été faites avec la lumière jaune du sodium, et autant que possible à une même température de 17—18° C. Toutes les dissolutions étaient d'abord ramenées soigneusement à cette température avant d'être soumises à l'expérience. Au commencement de mes recherches, pour chaque liquide qu'il s'agissait de composer, je pesais exactement le corps actif et l'agent dissolvant, et je déterminais la densité de la dissolution à 17—18° C. A l'aide de la formule $(\alpha) = \frac{\alpha}{\varepsilon . \delta . l}$, le P. R. S. pouvait alors être calculé.

Mais plus tard, à cause du temps considérable que prennent les déterminations de densités, j'ai dissous la matière active, préalablement pesée, dans le dissolvant à une température de 17—18°, en amenant la dissolution à un volume connu; je calculais alors le P. R. S.

au moyen de la formule $(\alpha) = \frac{v.\,\alpha}{l.\,p}$. Les appareils qui me servaient dans cette opération étaient de petits matras de verre de 20—40 C.C. de capacité, pourvus d'un col dont le diamètre intérieur mesurait 6—7 millimètres. Ces matras avaient été calibrés avec soin, et on avait tracé sur le col, au diamant, une division en dixièmes de centimètre cube, qui faisait connaître le contenu avec précision. Les traits de division étaient à une distance mutuelle d'environ 1 millimètre, de sorte qu'au besoin on pourrait estimer jusqu'à $\frac{1}{100}$ C. C. Je me suis d'ailleurs assuré expressément que ces petits appareils permettaient de déterminer le volume à environ $\frac{1}{1400}$ près.

En suivant cette seconde manière d'opérer, on est privé de la connaissance *exacte* du degré de concentration, mais celui-ci peut être calculé approximativement, si l'on admet que la matière solide, en se dissolvant, disparaît entièrement dans le volume du liquide, sans l'augmenter en rien. Cette supposition, sans doute, ne répond pas tout à fait à la vérité, mais elle donne pourtant le degré de concentration avec une exactitude qui paraît suffisante pour notre but, surtout si l'on prend en considération la quantité relativement petite de matière solide qui est employée pour composer la dissolution.

Je vais maintenant communiquer immédiatement les résultats définitifs de mes recherches, me réservant de réunir dans un appendice spécial les chiffres fournis par l'observation directe, afin de mettre le lecteur en état de juger du degré d'exactitude des résultats.

Substance étudiée.	Liquide employé pour la dissolution.	Degré de concentration.	Pouvoir rotatoire spécifique.
Sucre de canne . . .	Eau.	0,056	→ 66°,9
〃 . . .	Alcool 50 °/₀	0,050	→ 66 ,4
Huile légère de cubèbe	Sans mélange.		← 40 ,8
〃	Alcool.	0, 061	← 41 ,6
〃	Benzol.	0,060	← 41 ,6
〃	Chloroforme.	0,075	← 41 ,7
Cinchonine	Alcool.	0,006–0,008	→ 228
〃	Chloroforme.	0,004–0,005	→ 212
Sulfate de cinchonine	Eau.	0,014	→ 169
〃	Alcool.	0,023	→ 191
〃	Alcool.	0,055	→ 193
Nitrate de cinchonine	Eau.	0,020	→ 154
〃	Alcool.	0,022	→ 172
Chlorhydrate de cinchonine	Eau.	0,016	→ 162
〃	Eau.	0,026	→ 158
〃	Eau.	0,031	→ 156
〃	Alcool 93 °/₀	0,054	→ 175
Brucine	Alcool.	0,054	← 85
〃	Chloroforme.	0,019	← 127
〃	Chloroforme.	0,049	← 119
Acide podocarpique .	Alcool.	0,04	→ 136
〃	Alcool 93 °/₀	0,09	→ 136
〃	Ether.	0,04	→ 130
〃	Ether.	0,07	→ 130
Podocarpate de sodium	Eau.	0,046	→ 82
〃	Eau.	0,064	→ 79
〃	Eau.	0,138	→ 73
〃	Alcool.	0,09	→ 86
Phlorizine	Alcool.	0,040	← 52
〃	Esprit de bois.	0,039	← 52

Ce tableau montre qu'il y a des cas où le P. R. S. d'une matière active (la phlorizine par exemple) n'est pas sensiblement modifié par l'agent de dissolution, mais qu'en général, pour des agents de dissolution différents, les autres circonstances restant les mêmes, on trouve des différences plus ou moins notables dans le pouvoir rotatoire spécifique. Une différence légère s'observe chez le sucre de canne; vu le degré d'exactitude que le polaristrobomètre permet d'obtenir, je regarde comme à peu près certain que cette différence ne saurait être attribuée à une erreur d'observation. Les différences atteignent une valeur particulièrement élevée pour les alcaloïdes et leurs combinaisons; chez la brucine nous voyons le P. R. S. presque une fois et demie aussi grand dans une dissolution chloroformique que dans une dissolution alcoolique. Il est possible que les alcaloïdes en général se comportent sous ce rapport comme la cinchonine et la brucine ici étudiées; mais, à cet égard, on ne peut rien prédire avec certitude.

Le fait que le P. R. S. de la lévulose offre de fortes différences lorsque le dissolvant change, tandis que chez la glycose et le sucre de canne l'influence du dissolvant est au contraire très faible, semble bien prouver que les membres d'un même groupe de corps peuvent se comporter sous ce rapport d'une manière très différente. De nouvelles recherches, entreprises dans cette direction, ne manqueraient pas d'intérêt.

Pendant que j'étais occupé à déterminer le P. R. S. de la cinchonine, je me trompai dans la composition du liquide ; voulant achever de remplir le matras de mesure, qui contenait une dissolution de cinchonine dans le chloroforme, j'y versai par inadvertance un peu d'alcool, et ne reconnus mon erreur qu'après avoir déterminé le P. R. S. A ma grande surprise, je trouvai que la valeur obtenue était beaucoup plus grande que celles qui appartenaient aux dissolutions de cinchonine dans l'alcool et dans le chloroforme. Le fait me parut mériter d'être étudié de plus près, et j'arrivai ainsi à constater que le P. R. S. de la cincho-

nine, dissoute dans des mélanges de chloroforme et d'alcool, est modifié tout autrement qu'on ne s'y serait attendu d'après l'influence, trouvée expérimentalement, de chacun des liquides séparément.

Le tableau ci-dessus montre, en effet, que les valeurs de (α), déduites de l'examen des dissolutions dans l'alcool et dans le chloroforme, sont → 228° et → 212°. Il semblerait maintenant (et c'est ainsi que M. Jodin a vu les choses se passer chez la lévulose) qu'en dissolvant l'alcaloïde dans des mélanges des deux liquides, les valeurs de (α) devraient tomber entre ces deux limites extrêmes, et être d'autant plus grandes que l'alcool domine davantage dans le mélange, — et réciproquement.

Mais tel n'est pas le cas, comme on peut s'en convaincre en jetant un coup d'œil sur le tableau suivant, qui renferme les valeurs de (α) trouvées pour les différents liquides dont j'ai examiné le P. R. S.

No.	Composition du dissolvant.			Valeurs de (α).
	pCt. Chloroforme.		pCt. Alcool.	
1	100,00	+	0,	212°,0
2	99,66	+	0,34	216 ,3
3	98,74	+	1,26	226 ,4
4	94,48	+	5,52	236 ,6
5	86,95	+	13,05	237 ,0
6	82,26	+	17,74	234 ,7
7	65,00	+	35,00	229 ,5
8	44,29	+	55,71	226 ,6
9	27,54	+	72,46	227 ,6
10	17,02	+	82,98	227 ,8
11	0,00	+	100,00	228, 0

Pour bien me rendre compte de l'influence exercée par les deux éléments constitutifs du dissolvant, j'ai représenté par une con-

struction graphique la loi suivant laquelle le P. R. S. dépend de la composition du liquide. Dans la fig. 1 (Pl. III) on a pris pour ordonnées les valeurs de (α), en les diminuant toutes d'une longueur correspondant à 210°. Les abscisses (comptées de gauche à droite) représentent la proportion de chloroforme dans 100 parties du dissolvant. En A l'ordonnée indique donc le P. R. S. de la cinchonine dissoute dans l'alcool seul, en B celui de la cinchonine dissoute dans le chloroforme pur.

L'examen de la courbe ainsi obtenue met en évidence plusieurs faits intéressants:

1°. Dans une dissolution alcoolique de cinchonine, on peut remplacer environ la moitié de l'alcool par du chloroforme, sans qu'il en résulte une influence sensible sur le P. R. S; car la plus grande différence entre les valeurs ainsi obtenues ne s'élèverait même pas à un degré (correspondant à 1'—1',5 dans les observations au polaristrobomètre. *Voir* l'Appendice). En partant au contraire d'une dissolution de cinchonine dans le chloroforme, il suffit d'y remplacer $\frac{1}{300}$ du dissolvant par l'alcool, pour produire déjà une différence de 4° dans le pouvoir rotatoire spécifique[1]).

2°. Le P. R. S. de la cinchonine est le plus grand pour la dissolution dans un liquide contenant 10 pour cent d'alcool et 90 pour cent de chloroforme.

3°. De l'influence exercée par deux liquides séparément sur le pouvoir rotatoire d'une matière active, on ne peut pas conclure l'influence qui sera exercée par un mélange de ces deux liquides.

On voit par là qu'il est nécessaire, dans les recherches concernant le pouvoir rotatoire des matières actives, de bien s'assurer de la pureté des dissolvants qu'on emploie. Cela trouve surtout son

[1]) A ce point de vue, la détermination du P. R. S. d'une dissolution de cinchonine dans le chloroforme pourrait être un moyen de découvrir la présence de l'alcool et d'en évaluer la quantité. Mais on arrive plus facilement au même but, en déterminant la solubilité de la cinchonine dans le liquide à examiner, car, ainsi que nous le verrons plus loin, cette solubilité augmente beaucoup, entre certaines limites, à mesure que le chloroforme contient plus d'alcool.

application lorsqu'on opère sur des dissolutions alcooliques; on fera bien de les préparer au moyen d'alcool *absolu*, ou au moins de partir, pour des recherches comparatives, d'un même mélange d'alcool et d'eau, de composition connue. En effet, si des mélanges d'alcool et de chloroforme exercent sur les matières actives une action qui s'éloigne de celle de leurs éléments constitutifs, on peut prévoir qu'il en sera de même des mélanges d'alcool et d'eau; bien que je n'aie fait qu'une seule expérience à ce sujet, elle a suffi pour justifier entièrement cette supposition.

Mais revenons au phénomène lui-même qui a été décrit ci-dessus. Pour expliquer l'influence du degré de concentration sur le P. R. S. des matières actives, Biot a admis qu'il se forme de certaines combinaisons moléculaires entre la matière active et le dissolvant. A mesure que les proportions relatives de ceux-ci varient, de nouvelles combinaisons prendraient chaque fois naissance, et on peut se figurer que dans ces combinaisons le P. R. S. de la matière active éprouve peu à peu des modifications plus ou moins grandes.

En adoptant cette explication, et en l'étendant à l'influence que des agents de dissolution *différents* exercent sur le P. R. S. d'une matière active, on peut se demander s'il n'y aurait pas quelque relation entre cette influence sur le P. R. S. et le pouvoir dissolvant.

Si cette relation existe, il me semble assez probable que le P. R. S. d'une matière active sera, en général, plus modifié par un liquide inactif dans lequel elle se dissout facilement, que par un autre dans lequel elle ne se dissout qu'avec peine. On ne peut guère, en effet, se représenter la dissolution d'un corps, soit solide soit liquide, dans un liquide, sans admettre que leurs particules s'attirent réciproquement, quelque faible que cette action puisse d'ailleurs être en comparaison de ce que nous sommes habitués à nommer combinaison chimique.

Pour vérifier jusqu'à un certain point cette hypothèse, j'ai déterminé la solubilité de la cinchonine dans l'alcool, dans le chloroforme et dans des mélanges de ces deux liquides. Les résultats de cet examen sont compris dans le tableau suivant.

No.	Composition du dissolvant.			Proportion centésimale de la matière dissoute. (Poids du dissolvant = 100).
	pCt. Alcool.		pCt. Chloroforme.	
1	100,0	et	0,0	0,77
2	90,9	"	9,1	0,94
3	77,6	"	22,4	1,27
4	64,9	"	35,1	1,83
5	47,7	"	52,3	3,30
6	34,9	"	65,1	4,84
7	27,4	"	72,6	5,67
8	22,8	"	77,2	5,88
9	18,2	"	81,8	5,81
10	7,8	"	92,2	4,14
11	1,9	"	98,1	1,30
12	0,0	"	100,0	0,28

A l'aide de ces données j'ai représenté graphiquement, dans la fig. 2, (Pl. III) la courbe de solubilitéde la cinchonine pour des mélanges de chloroforme et d'alcool; les abscisses expriment ici, comme dans la fig. 1, la proportion d'alcool en 100 parties du dissolvant, tandis que les ordonnées correspondent à la proportion centésimale de cinchonine dissoute.

La figure nous apprend:

1°. Que la solubilité de la cinchonine dans le chloroforme est plus faible que celle dans l'alcool.

2°. Qu'en partant des deux points zéro, la solubilité dans le mélange augmente d'abord beaucoup moins rapidement pour des quantités croissantes de chloroforme que pour des quantités croissantes d'alcool.

3°. Que la cinchonine est le plus soluble dans un mélange de 20 pour cent d'alcool et de 80 pour cent de chloroforme.

En comparant maintenant la marche de la courbe de solubilité

avec celle de la courbe du pouvoir rotatoire spécifique, on constate à la fois des analogies et des différences.

Des analogies, car le P. R. S. et la solubilité de la cinchonine augmentent tous les deux rapidement, lorsque, commençant par une dissolution dans le chloroforme pur, on fait croître la proportion d'alcool; et, en second lieu, à la moindre solubilité de l'alcoloïde dans le chloroforme correspond aussi son moindre P. R. S.

Des différences, car le maximum de solubilité ne coïncide pas avec le maximum de P. R. S.; et, d'un autre côté, l'addition de chloroforme à une dissolution alcoolique de cinchonine modifie bien immédiatement la solubilité, mais non le P. R. S.

En somme, je crois pouvoir hardiment admettre, d'après les résultats de mes expériences, qu'il y a une certaine connexion entre la solubilité et le P. R. S. Pour le moment, il est impossible d'expliquer les différences qui viennent d'être signalées entre les deux courbes. Toutefois, je hasarderai l'hypothèse que, dans le mélange des deux liquides, il intervient encore d'autres actions ayant de l'influence sur le P. R. S. Peut-être le mélange du chloroforme avec l'alcool produit-il un phénomène semblable à celui que MM. Dupré et Page ont observé pour les mélanges d'eau et d'alcool, savoir, que le mélange de l'eau avec 0—30 % d'alcool donne naissance à des liquides qui possèdent une chaleur spécifique plus grande que celle de l'eau elle-même. Dans ce cas, il se pourrait que le P. R. S., outre l'influence de la solubilité, éprouvât aussi celle de l'état thermique du liquide.

Avant de finir, je dois encore faire remarquer que dans le tableau de la page 70, pour une même matière, les chiffres les plus élevés correspondent, autant que j'ai pu m'en assurer, aux liquides capables de dissoudre une plus forte proportion de la matière solide. C'est ainsi que la brucine se dissout plus facilement dans le chloroforme que dans l'alcool. C'est ainsi que le sulfate, le chlorhydrate et le nitrate de cinchonine, de même que le podocarpate de sodium, sont plus solubles dans l'alcool que dans l'eau.

APPENDICE,

contenant les résultats des observations faites avec le polaristrobomètre.

SUCRE DE CANNE

(purifié par cristallisation dans l'alcool.)

Dissolution dans l'eau.

$p = 1,1753$; $v = 20$ CC; $l = 303,9^{mm}$; $t = 17°$ C.

Valeurs observées de α.

→ 11°58′	→ 11°58′	→ 11°57′
11 57	11 58	11 55
11 57	11 59	11 56
11 55	11 57	11 56
11°57′	11°58′	11°56′

Moyenne α = → 11°57′.

(α) = → 66°, 9′.

Dissolution dans l'alcool à 50 pCt.

$p = 1,0573$; $v = 20$ CC; $l = 303,9^{mm}$; $t = 17°$ C.

Valeurs observées de α.

→ 10°43′	→ 10°45′	→ 10°44′
10 37	10 42	10 40
10 38	10 44	10 41
10 45	10 38	10 38
10°40′,8	10°42′,3	10°40′8.

Moyenne α = → 10°41′.

(α) = → 66°,4′.

ESSENCE LÉGÈRE DE CUBÈBE.

Ce produit a été retiré, par la distillation fractionnée, d'environ 1 litre d'essence brute de cubèbe, que j'ai dû à l'obligeance de M. le Dr. J. E. de Vry. Le point d'ébullition était situé à 221 C. Pour le poids spécifique j'ai trouvé 0,856, c'est-à-dire un nombre beaucoup plus petit que celui (0,915) qui est donné par M. Schmidt dans son travail sur l'essence de cubèbe (*Arch. der Pharmacie*, t. CXCI, p. 1—49). J'ai reconnu que par la distillation dans le vide on peut opérer une séparation plus complète des deux huiles essentielles $C_{30}H_{48}$, et que le P. R. S. de l'essence légère ainsi préparée est plus grand que celui du produit obtenu sous la pression atmosphérique ordinaire.

Essence de cubèbe, sans mélange.

$\delta = 0,856$; $l = 303,9$; $t = 17°$ C.

Valeurs observées de α.

← 16°11′	← 16°10′	← 16° 8′
15 59	16 9	16 9
16 16	16 10	16 9
16 4	15 55	16 12
16° 7′,5	16° 6′	16°9′,5.

Moyenne $\alpha = \leftarrow 16°8'$

$(\alpha) = \leftarrow 40°,8'$.

Dissolution dans l'alcool absolu.

$\varepsilon = 0,0612$; $\delta = 0,8001$; $l = 303,9$mm; $t = 17°$ C.

Valeurs observées de α.

← 6°10′	← 6°11′	← 6°12′
6 17	6 18	6 12
6 9	6 8	6 10
6 7	6 5	6 8
6°10′,8	6°10′,5	6°10′,5

Moyenne $\alpha = \leftarrow 6°10',6$

$(\alpha) = \leftarrow 41°,6$.

Dissolution dans le benzol.

$\varepsilon = 0{,}0595$; $\delta = 0{,}8814$; $l = 303{,}9^{mm}$; $t = 17°$ C.

Valeurs observées de α.

← 6°43′	← 6°47′	← 6°44′
6 48	6 50	6 51
6 39	6 40	6 43
6 40	6 39	6 38
6°42′,5	6°44′	6°44′

Moyenne α = ← 6°4′3,5

(α) = ← 41°,6

Dissolution dans le chloroforme.

$\varepsilon = 0{,}0694$; $\delta = 1{,}4211$; $l = 303{,}9^{mm}$; $t = 17°$ C.

Valeurs observées de α.

← 12°29′	← 12°30′	← 12°30′
12 35	12 35	12 33
12 34	12 34	12 31
12 24	12 20	12 25
12°30′,5	12°29′,8	12°29′,9

Moyenne α = ← 12°30′

(α) = ← 41°, 7.

CINCHONINE.

Dissolution dans l'alcool absolu. N° 1.

$p = 0{,}1023$; $v = 20$ CC. ; $l = 303{,}9^{mm}$; $t = 17°$ C.

Valeurs observées de α.

→ 3°33′	→ 3°35′	→ 3°30′
3 35	3 33	3 33
3 32	3 32	3 30
3 30	3 35	3 33
3°32′,5	3°33′,8	3°31′,5

Moyenne α = → 3°32′,6

(α) = → 227°,6.

Dissolution dans l'alcool absolu. N°. 2

$\varepsilon = 0{,}00824$; $\delta = 0{,}8271$; $l = 300^{mm}$; $t = 17°$ C.

Valeurs observées de α.

→ 4°33′	→ 4°40′	→ 4°38′	→ 4°37′	→ 4°34′
4 38	4 41	4 35	4 36	4 37
4 46	4 47	4 39	4 42	4 38
4 42	4 48	4 41	4 43	4 43
4°39′,6	4°43′,8	4°38′,5	4°39′,5	4°38′

Moyenne α = → 4°40′
(α) = → 228°3.

Dissolution dans l'alcool absolu. N° 3.

$p = 0{,}1505$; $v = 20$ C.C.; $l = 303{,}9^{mm}$; $t = 17°$ C.

Valeurs observées de α.

5° 9′	→ 5°16′	→ 5°13′
5 11	5 11	5 17
5 13	5 15	5 15
5 10	5 15	5 12
→ 5°10′,8	→ 5°14′,2	→ 5°14′,2

Moyenne α = → 5°13′,1
(α) = → 228°,1.

Dissolution dans l'alcool absolu. N° 4.

$p = 0{,}1145$; $v = 20{,}2$ C.C.; $l = 303{,}9^{mm}$; $t = 17°$ C.

Valeurs observées de α.

→ 3°59′	→ 3°57′	→ 3°53′	→ 3°51′	→ 3°58′	→ 3°55′
3 52	3 59	4 0	3 58	4 0	3 56
4 0	3 58	4 4	4 0	3 59	3 58
3 56	3 56	3 58	3 53	3 51	3 56
3°56′,8	3°57′,5	3°58′,8	3°55′,5	3°57′	3°56′,2

Moyenne α = → 3°57′
(α) = → 229°,3.

Dissolution dans le chloroforme. N°. 1.

$p = 0{,}1052$; $v = 20$ C.C.; $l = 303{,}9^{mm}$; $t = 17°$ C.

Valeurs observées de α.

→ 3°23′	→ 3°23′	→ 3°31′	→ 3°29′	→ 3°24′
3 27	3 18	3 24	3 23	3 26
3 19	3 15	3 19	3 18	3 16
3 18	3 18	3 18	3 19	3 21
2°21′,8	3°18′,5	3°23′	3°22′,2	3°21′,8.

Moyenne α = → 3°21′,3

(α) = → 209°,7.

Dissolution dans le chloroforme. N°. 2.

$p = 0{,}1115$; $v = 20$ C.C.; $l = 303{,}9^{mm}$; $t = 17°$ C.

Valeurs observées de α.

→ 3°38′	→ 3°32′	→ 3°34′
3 31	3 30	3 30
3 31	3 33	3 33
3 32	3 36	3 37
3°33′	3°32′,8	3°33′,5.

Moyenne α = → 3°33′,1

(α) = → 209°,6.

Dissolution dans le chloroforme. N°. 3.

$p = 0{,}0946$; $v = 20$ C.C.; $l = 303{,}9^{mm}$; $t = 17°$ C.

Valeurs observées de α.

→ 3°7′	→ 3°,8′	→ 3°,9′
3 9	3 4	3 5
3 1	3 1	3 0
3 8	3 5	3 5
3°6′,2	3°4′,5	3°4′,8

Moyenne α = → 3°5′

(α) = → 214°,8.

Dissolution dans le chloroforme. N°. 4.

$p = 0{,}1082$; $v = 20$ C.C. ; $l = 303{,}9^{mm}$; $t = 17°$C.

Valeurs observées de α.

→ 3°12′	→ 3° 9′	→ 3°14′	→ 3° 8′
3 24	3 24	3 25	3 21
3 20	3 16	3 17	3 24
3 24	3 19	3 15	3 18
3°20′	3°17′	3°17′,8	3°17′,8

Moyenne α = → 3°18′,1

(α) = → 211°,7.

Dissolution dans le chloroforme. N°. 5.

$p = 0{,}1072$; $v = 20$ C.C. ; $l = 303{,}9^{mm}$; $t = 17°$ C.

Valeurs observées de α.

→ 3°26′	→ 3°32′	→ 3°29′
3 27	3 28	3 24
3 27	3 28	3 27
3 28	3 26	3 28
3°27′	3°28′,5	3°27′

Moyenne α = → 3°27′,5

(α) = → 212°,3.

SULFATE DE CINCHONINE

$2\ (C_{20}\ H_{24}\ N_2\ O),\ SH_2\ O_4 + 2\ H_2\ O.$

Dissolution dans l'eau. N°. 1.

$\varepsilon = 0{,}01397$; $\delta = 1{,}0031$; $l = 271{,}3^{mm}$; $t = 16°$ C.

Valeurs observées de α.

→ 6°27′	→ 6°25′	→ 6°29′	→ 6°24′
6 26	6 22	6 22	6 25
6 33	6 26	6 26	6 26
6 22	6 29	6 29	6 26
6°27′	6°25′,5	6°26′,5	6°25′,3

Moyenne α = → 6°26′

(α) = → 169°,2.

Dissolution dans l'eau. N° 2.

$\varepsilon = 0{,}01252$; $\delta = 1{,}0019$; $l = 271{,}3^{mm}$; $t = 21°$ C.

Valeurs observées de α.

→ 5°42′	→ 5°43′	→ 5°46′	→ 5°47′
5 43	5 47	5 43	5 45
5 44	5 46	5 44	5 41
5 48	5 41	5 46	5 43
5°44′,2	5°44′,2	5°44′,8	5°44′

Moyenne α = → 5°44′,4

(α) = → 168°,6

Dissolution dans l'alcool absolu. N° 1.

$\varepsilon = 0{,}0232$; $\delta = 0{,}8123$; $l = 200^{mm}$; $t = 17°{,}6$ C.

Valeurs observées de α.

→ 7°20′	→ 7°14′	→ 7°10′	→ 7°11′
7 11	7 9	7 13	7 13
7 11	7 11	7 12	7 14
7 9	7 6	7 10	7 12
7°12′,8	7°10′	7°11′,3	7°12′,5

Moyenne α = → 7°11′,7

(α) = → 190°,8.

Dissolution dans l'alcool absolu. N°. 2.

$\varepsilon = 0{,}05493$; $\delta = 0{,}8396$; $l = 100^{mm}$; $t = 18°$ C.

Valeurs observées de α.

→ 8°58′	→ 8°56′	→ 8°55′	→ 8°54′
8 48	8 54	8 55	8 55
8 47	8 54	8 56	8 57
8 51	8 50	8 53	8 54
8°51′	8°53′,5	8°54,8	8°55′

Moyenne α = → 8°53′,6

(α) = → 192°,9.

NITRATE DE CINCHONINE.

$C_{20}H_{24}N_2O, NO_3H + \frac{1}{2}H_2O,$

Dissolution dans l'eau.

$p = 0{,}4028$; $v = 20$ C.C.; $l = 303{,}9^{mm}$; $t = 17°$ C.

Valeurs observées de α.

→ 9°26′	→ 9°26′	→ 9°26′
9 32	9 33	9 26
9 34	9 22	9 26
9 22	9 22	9 24
9°28′,5	9°25′,8	9°25′,5

Moyenne α = → 9°26′,5

(α) = → 154°,2.

Dissolution dans l'alcool absolu.

$p = 0{,}3574$; $v = 20$ C.C.; $l = 303{,}9^{mm}$; $t = 17°$ C.

Valeurs observées de α.

→ 9°20′	→ 9°19′	→ 9°20′
9 23	9 24	9 23
9 19	9 16	9 18
9 24	9 20	9 22
9°21′,5	9°19′,8	9°20′,8

Moyenne α = → 9°20′,5

(α) = → 172°,0.

CHLORHYDRATE DE CINCHONINE.

$C_{20}H_{24}N_2O, HCl + 2H_2O.$

Dissolution dans l'eau. N°. 1.

$\varepsilon = 0{,}03135$; $\delta = 1{,}0053$; $l = 200^{mm}$; $t = 17°$.

Valeurs observées de α.

→ 9°50′	→ 9°46′	→ 9°46′	→ 9°48′
9 48	9 49	9 52	9 52
9 53	9 50	9 52	9 51
9 47	9 47	9 49	9 50
9°49′,5	9°48′	9°49′,8	9°50′,3

Moyenne α = → 9°49′,4

(α) = → 156°0.

Dissolution dans l'eau. N°. 2.

$\varepsilon = 0{,}02648$; $\delta = 1{,}0042$; $l = 200^{mm}$; $t = 18°$ C.

Valeurs observées de α.

→ 8°21′	→ 8°29′	→ 8°26′	→ 8°23′
8 29	8 26	8 25	8 27
8 22	8 23	8 24	8 24
8 30	8 25	8 27	8 28
8°25′,5	8°25′,8	8°25′,5	8°25′,5

Moyenne α = → 8° 25′,5

(α) = → 158°,4.

Dissolution dans l'eau. N°. 3.

$\varepsilon = 0{,}01572$; $\delta = 1{,}0023$; $l = 200^{mm}$; $t = 17°$ C.

Valeurs observées de α.

→ 5°2′	→ 5° 1′	→ 5°4′	→ 5° 2′	→ 5°6′
5 8	5 13	5 8	5 5	5 7
5 6	5 7	5 5	5 6	5 4
5 3	5 6	5 8	5 10	5 4
5°4′,8	5° 6′,8	5°6′,2	5° 5′,8	5°5′,2

Moyenne α = → 5° 5′,8

(α) = → 161°,6.

Dissolution dans l'alcool à 93 pCt.

$\varepsilon = 0{,}0536$; $\delta = 0{,}8387$; $l = 200{,}13^{mm}$; $t = 16°$ C.

Valeurs observées de α.

→ 15°38′	→ 15°38′	→ 15°49′	→ 15°53
15 45	15 43	15 27	15 41
15 53	15 50	15 41	15 43
15 38	15 37	15 57	15 50
15°43′,5	15°42′	15°43′,5	15°46′,8

Moyenne α = → 15° 44′

(α) = → 174°,9

BRUCINE.

(Séchée à 100° C.)

Dissolution dans l'alcool absolu.

$p = 0{,}8986$; $v = 20$ CC; $l = 303{,}9^{mm}$; $t = 18°$ C.

Valeurs observées de α.

← 11°30′	← 11°34′	← 11°36′
11 39	11 37	11 35
11 44	11 37	11 37
11 37	11 32	11 36
11°37′,5	11°35′	11°36′

Moyenne α = ← 11°36′.

(α) = ← 85°,0

Dissolution dans le chloroforme. No. 1.

$p = 1{,}4917$; $v = 20$ CC; $l = 303{,}9^{mm}$; $t = 18°$ C.

Valeurs observées de α.

← 27° 7′	← 27° 9′	← 27°10′
27 4	27 6	27 6
27 15	27 13	27 11
27 13	27 11	27 13
27° 9′,8	27° 9′,8	27°10′

Moyenne α = ← 27° 10′

(α) = ← 119°,8′.

Dissolution dans le chloroforme. N° 2.

$p = 0{,}5900$; $v = 20$ C.C.; $l = 303{,}9^{mm}$; $t = 18°$ C.

Valeurs observées de α.

← 11°1′	← 11°3′	← 11°2′
11 1	11 0	11 2
11 0	11 0	11 4
11 4	11 5	11 0
11°1′,8	11°2′	11°2′

Moyenne α = → 11° 2′

(α) = → 123°,0.

ACIDE PODOCARPIQUE. [1])

Dissolution dans l'alcool absolu.

$p = 1,4314$; $v = 40$ C.C.; $l = 200^{mm}$; $t = 17°$ C.

Valeurs observées de α.

→ 9°37′	→ 9°41′
9 42	9 40
9 43	9 46
9 42	9 44
9°41′	9°42′,8

Moyenne α = → 9°42′

(α) = → 135°,7.

Dissolution dans l'alcool à 93 pCt.

$\varepsilon = 0,09176$; $l = 225^{mm}$; $t = 16°,8$; $\delta = 0,8498$

Valeurs observées de α.

→ 23°44′	→ 23°43′	→ 23°52′	→ 23°52′
23 56	23 45	23 46	23 34
23 55	23 54	23 49	23 32
23 56	23 52	24 5	23 50
23°52′,8	23°49′,5	23°53′,5	23°42′

Moyenne α = → 23° 49′,5

(α) = → 135°,7.

Dissolution dans l'éther. N°. 1.

$p = 2,0673$; $v = 40$ C.C.; $l = 200^{mm}$; $t = 17°$ C.

Valeurs observées de α.

→ 13°27′	→ 13°24′	→ 13°23′
13 34	13 35	13 27
13 18	13 24	13 29
13 27	13 21	13 24
13°26′,5	13°26	13°25′,8

Moyenne α = → 13° 26

(α) = → 130°,0

[1]) Acide résineux cristallin, que j'ai découvert dans une masse résineuse provenant du bois de vieux individus de *Podocarpus cupressina*. Composition $C_{17} H_{22} O_3$.

Dissolution dans l'éther. N°. 2.

$p = 1,0717$: $v = 40$ C.C; $l = 200^{mm}$; $t = 17°$ C.

Valeurs observées de α.

→ 7°1′	→ 7°0′	→ 6° 52′
7 4	7 3	7 0
7 0	7 4	7 4
7 9	7 2	7 2
7°3′,5	7°2′,3	6°59′,5

Moyenne α = → 7° 1′,8

(α) = → 131°,2

PODOCARPATE DE SODIUM.

Dissolution dans l'eau. N°. 1.

$p = 1,8367$; $v = 40$ C.C.; $l = 200^{mm}$; $t = 17°$ C.

Valeurs observées de α.

→ 7°35′	→ 7°38′	→ 7°34′
7 31	7 34	7 28
7 32	7 29	7 31
7 30	7 35	7 29
7°32′	7°34′	7°30′,5

Moyenne α = → 7° 32′,3

(α) = → 82°,1

Dissolution dans l'eau. N°. 2.

$p = 2,5491$; $v = 40$ C.C.; $l = 200^{mm}$; $t = 17°$ C.

Valeurs observées de α.

→ 10°2′	→ 10°0′	→ 10°0′
10 1	10 2	10 2
10 5	10 1	10 4
10 4	10 2	10 4
10°3′	10°1′,8	10°2′,5

Moyenne α = → 10° 2′,2

(α) = → 78°,8

Dissolution dans l'eau. N°. 3.

$p = 5{,}5233$; $v = 40$ C.C.; $l = 200^{mm}$; $t = 17°$ C.

Valeurs observées de α.

→ 19°46′	→ 19°47′	→ 19°50′
19 40	19 50	19 51
19 40	19 55	19 59
19 56	19 57	19 56
19°45′,5	19°52′,3	19°54′

Moyenne α = → 19° 50′,6

(α) = → 73°,2

Dissolution dans l'alcool absolu.

$p = 2{,}7345$; $v = 40$ C.C.; $l = 200^{mm}$; $t = 17°{,}5$.

Valeurs observées de α.

→ 11°50′	→ 11°47′	→ 11°47′
11 47	11 43	11 49
11 37	11 44	11 49
11 44	11 49	11 50
11°44′,5	11°45′,8	11°48′,5

Moyenne α = → 11°46′,3

(α) = → 86°,1

PHLORIZINE.

Dissolution dans l'alcool absolu.

$\varepsilon = 0{,}04033$; $\delta = 0{,}8224$; $l = 200^{mm}$; $t = 17°$ C.

Valeurs observées de α.

← 3°24′	← 3°31′	← 3°26′	← 3°28′
3 25	3 30	3 24	3 30
3 26	3 29	3 26	3 26
3 28	3 23	3 26	3 26
3°25′,8	3°28′,3	3°25′,5	3°72′,5

Moyenne α = ← 3° 26,8

(α) = ← 52°,0

Dissolution dans l'esprit de bois.

$\varepsilon = 0{,}03944$; $\delta = 0{,}8453$; $l = 200^{mm}$; $t = 17°$ C.

Valeurs observées de α.

← 3°25′	← 3°21′	← 3°22′	← 3°24′
3 27	3 33	3 29	3 31
3 35	3 25	3 29	3 27
3 22	3 23	3 27	3 25
3°27′,3	3°28′	3°26′,8	3 26′,8

Moyenne α = ← 3°26′,8

(α) = ← 52°,0

DISSOLUTIONS DE CINCHONINE DANS DES MÉLANGES DE CHLOROFORME ET D'ALCOOL.

$l = 303{,}9^{mm}$.

N°. 1.

$p = 0{,}1080$; $v = 20$ C.C.; $t = 17°$ C.

$C\,H\,Cl_3 = 17{,}02$ pCt. — $C_2H_6O = 82{,}98$ pCt.

Valeurs observées de α.

→ 3°48′	→ 3°42′	→ 3°43′	→ 3°47′
3 42	3 48	3 49	3 42
3 38	3 45	3 42	3 45
3 45	3 46	3 40	3 46
3°43′,3	3°45′,2	3°43′,5	3°45′

Moyenne α = → 3° 44′,3

(α) = → 227°,8

N°. 2.

$p = 0{,}1119$; $v = 20$ C.C.; $t = 17°$ C.

$C\,H\,Cl_3 = 27{,}54$ pCt. — $C_2H_6O = 72{,}46$ pCt.

Valeurs observées de α.

→ 3°51′	→ 3°51′	→ 3°54′	→ 3°53′
3 49	3 53	3 52	3 50
3 52	3 54	3 53	3 49
3 52	3 54	3 56	3 54
3°51′	3°53′	3°53′,8	3°51′,5

Moyenne α = → 3° 52′,4

(α) = → 227°,6

N°. 3.

$p = 0{,}1178$; $v = 20$ C.C.; $t = 17°$ C.

$CHCl_3 = 44{,}29$ pCt. — $C_2H_6O = 55{,}71$ pCt.

Valeurs observées de α.

→ 4° 2′	→ 4° 1′	→ 4° 5′	→ 4° 2′	→ 4° 1′
4 11	4 11	4 11	4 13	4 8
4 4	4 5	4 2	4 3	4 2
3 52	3 58	4 0	4 0	3 57
4° 2′,2	4° 3′,8	4° 4′,5	4° 4′,5	4° 2′

Moyenne α = → 4° 3′,4

(α) = → 226°,6.

N°. 4.

$p = 0{,}1141$; $v = 20$ C.C.; $t = 17°$ C.

$CHCl_3 = 65{,}00$ pCt. — $C_2H_6O = 35{,}00$ pCt.

Valeurs observées de α.

→ 4° 0′	→ 3°59′	→ 4° 2′
4 1	4 6	4 1
3 57	3 55	3 57
3 56	3 56	3 55
3°58′,5	3°59′	3°58′,8

Moyenne α = → 3° 58′,8

(α) = → 229°,5.

N°. 5.

$p = 0{,}1122$; $v = 20$ C. C.; $t = 17°$ C.

$CHCl_3 = 82{,}26$ pCt. — $C_2H_6O = 17{,}74$ pCt.

Valeurs observées de α.

→ 4° 4′	→ 4° 3′	→ 4° 4′
3 56	3 55	3 56
3 56	3 54	4 0
4 1	4 2	4 3
3°59′,2	3°58′,5	4° 0′,8

Moyenne α = → 3° 59′,4

(α) = → 234°,7.

N°. 6.

$p = 0{,}1139$; $v = 20$ C.C.; $t = 17°$ C.

$CHCl_3 = 86{,}95$ pCt. — $C_2H_6O = 13{,}05$ pCt.

Valeurs observées de α.

→ 4° 6′	→ 4°4′	→ 4° 6′
4 10	4 6	4 12
4 6	4 7	4 10
4 3	4 2	4 1
4° 6′,3	4°4′,8	4° 7′,3

Moyenne α = → 4° 6′,1

(α) = → 237°,0.

N°. 7.

$p = 0{,}1038$; $v = 20$ C.C.; $t = 17°$ C.

$CHCl_3 = 94{,}48$ pCt. — $C_2H_6O = 5{,}52$ pCt.

Valeurs observées de α.

→ 3°47′	→ 3°42′	→ 3°47′	→ 3°49′
3 40	3 48	3 41	3 44
3 42	3 42	3 41	3 43
3 46	3 46	3 42	3 41
3°43′,8	3°44′,5	3°42′,9	3°44′,3

Moyenne α = → 3° 43′,9

(α) = → 236°,6.

N°. 8.

$p = 0{,}1169$; $v = 20$ C.C.; $t = 17°$ C.

$CHCl_3 = 98{,}74$ pCt. — $C_2H_6O = 1{,}26$ pCt.

Valeurs observées de α.

→ 3°59′	→ 4° 2′	→ 4° 5′
4 2	4 2	4 6
4 8	4 2	4 0
3 58	3 57	3 56
4° 1′8	4° 0′,8	4° 1′,8

Moyenne α = → 4° 1′4

(α) = → 226°,4.

N°. 9.

$p = 0{,}1325$; $v = 20$ C.C.; $t = 17°$ C.

$CHCl_3 = 99{,}66$ pCt.
$C_2H_6O = 0{,}34$ „

Valeurs observées de α.

→ 4°17′	→ 4°24′	→ 4°14′	→ 4°29′
4 27	4 20	4 26	4 23
4 22	4 21	4 22	4 18
4 16	4 18	4 14	4 17
4°20′,5	4°20′,8	4°21′,5	4°21′,8

Moyenne α = → 4° 21′,1
(α) = → 216°,3.

SOLUBILITÉ DE LA CINCHONINE DANS LE CHLOROFORME, L'ALCOOL ET LES MÉLANGES DE CES DEUX LIQUIDES, A 17° C.

Pour déterminer cette solubilité, j'ai employé de la cinchonine qui avait été précipitée, en cristaux microscopiques excessivement fins, d'une solution faiblement alcoolique de chlorhydrate de cinchonine pur. Dans chaque expérience, le matras, qui contenait le liquide et un excès de cinchonine, était laissé pendant 1 heure dans une étuve à 17° et secoué de temps en temps. Ensuite le liquide était filtré dans un entonnoir couvert, et reçu dans un petit matras dont le poids, y compris celui d'un bouchon de liége qui s'y adaptait, était connu d'avance. Le matras était alors

fermé, et pesé avec son contenu; enfin, celui-ci était versé dans une capsule de platine, le matras lavé à plusieurs reprises avec de l'alcool, le liquide évaporé, et le résidu séché à 100° C.

1)	Alcool absolu	6,9275	gr. de la sol. donn.	0,0537 gr. de résidu.
	(donc alcool 6,8738 et cinchonine 0,0537).			
2)	9,1 % $CHCl_3$ + 90,9 % C_2H_6O.	—7,1260	gr. de la sol. donn.	0,0664 " " "
3)	22,4 " $CHCl_3$ + 77,6 " C_2H_6O.	—6,4654	" " "	0,0810 " " "
4)	35,1 " $CHCl_3$ + 64,9 " C_2H_6O.	—7,2914	" " "	0,1314 " " "
5)	52,3 " $CHCl_3$ + 47,7 " C_2H_6O.	—7,9565	" " "	0,2531 " " "
6)	65,1 " $CHCl_3$ + 34,9 " C_2H_6O.	—7.0071	" " "	0,3226 " " "
7)	72,6 " $CHCl_3$ + 27,4 " C_2H_6O.	—7,1426	" " "	0,3827 " " "
8)	77,2 " $CHCl_3$ + 22,8 " C_2H_6O.	—6,1256	" " "	0,3392 " " "
9)	81,8 " $CHCl_3$ + 18,2 " C_2H_6O.	—5,6554	" " "	0,3106 " " "
10)	92,2 " $CHCl_3$ + 7,8 " C_2H_6O.	—6,9240	" " "	0,2749 " " "
11)	98,1 " $CHCl_3$ + 1,9 " C_2H_6O.	—7,7042	" " "	0,0855 " " "
12)	Chloroforme absolu	4,9694	" " "	0,0139 " " "

NOTE ADDITIONNELLE.

Depuis que les résultats des recherches que je viens de faire connaître ont été publiés pour la première fois, dans un mémoire en langue hollandaise, M. J. L. Hoorweg, d'Utrecht, a exécuté sur le même sujet quelques expériences dont les résultats sont en général d'accord avec les miens.[1] M. Hoorweg n'a jusqu'ici opéré que sur la strychnine et l'acétate de morphine; en employant des agents de dissolution différents, il a trouvé pour ces deux corps des valeurs différentes du pouvoir rotatoire spécifique, comme on peut le voir par les tableaux suivants:

[1]) *Maandblad voor Natuurwetenschappen*, 3e année, no. 1, p. 12.

Strychnine.

Agent dissolvant.	Degré de concentration (ε).	Pouvoir rotatoire spécifique.
Alcool (0,865)	0,0091	← 128°
Chloroforme	0,04	← 130
〃	0,0225	← 137, 7
〃	0,015	← 140, 7
Alcool amylique	0,0053	← 235
Mélange de 51,54 $CHCl^3$ et 20,56 C^2H^6O . . .	—	← 123

Acétate de morphine.

Agent dissolvant.	Degré de concentration (ε).	Pouvoir rotatoire spécifique.
Alcool absolu	0,012	← 100°,4
Alcool de 0,865	0,0097	← 98 ,9
Eau.	0,025	← 77
〃	0,00996	← 72

C'est un fait très-digne de remarque que la grande différence entre le pouvoir rotatoire spécifique de la strychnine dissoute dans l'alcool ordinaire et celui de la strychnine dissoute dans l'alcool amylique (128° et 237°).

Ces derniers nombres sont contraires à l'hypothèse que j'avais hasardée, savoir, que le pouvoir rotatoire spécifique serait d'autant plus grand que le liquide peut dissoudre plus de matière active. Ici nous voyons tout l'opposé, et en présence d'un pareil fait il n'est plus possible de maintenir l'hypothèse en question.

J'approuve du reste entièrement M. Hoorweg lorsqu'il dit: „que nos expériences enlèvent presque tout fondement rationnel

à la notion de pouvoir rotatoire *spécifique*, et qu'elles font aussi perdre beaucoup de son importance à ce qu'on appelle le pouvoir rotatoire moléculaire (pouvoir rotatoire spécifique rapporté à 1 molécule)." Moi aussi je suis d'avis, en considérant la variabilité de la constante (! ?) rotatoire sous l'influence de diverses conditions, qu'il n'y a lieu d'attacher qu'une valeur très médiocre aux spéculations théoriques dont plusieurs chimistes nous ont gratifiés au sujet de la relation entre les pouvoirs rotatoires spécifiques de différentes substances analogues par leur composition. En exprimant cette opinion, je laisse même tout à fait de côté la faute qui a souvent été commise dans ces spéculations et qui est malheureusement trop commune chez les chimistes, celle de déduire des lois d'un petit nombre de données, d'après une méthode dépourvue de toute valeur scientifique.

ARCHIVES NÉERLANDAISES

DES

Sciences exactes et naturelles.

SUR LE DIAMANT,

PAR

E. H. VON BAUMHAUER.

Les derniers travaux publiés sur le diamant, par M. Schrötter [1]) et par M. G. Rose [2]), ont fourni des résultats qui à certains égards ne s'accordent ni entre eux ni avec les données que la science possédait déjà. Cette circonstance m'a conduit à entreprendre moi-même quelques recherches sur ce sujet, en accordant une attention spéciale à la diversité des états sous lesquels le diamant se trouve dans la nature. Je me suis proposé d'abord de déterminer la densité du diamant dans chacun de ces états, et ensuite d'étudier la manière dont le diamant se comporte à une haute température en présence de différents gaz, afin de tâcher de résoudre une question encore pendante, savoir, si le diamant peut être transformé par la chaleur en graphite ou en carbone amorphe. Les matériaux nécessaires pour cette étude m'ont été fournis avec la libéralité la plus bienveillante par M. Alex. Daniëls, l'habile directeur de la taillerie de diamants établie à Amsterdam et appartenant à M. Martin Coster, de Paris. Je ne saurais assez remercier M. Daniëls du précieux concours qu'il a bien voulu me prêter.

---

[1]) *Sitzungsberichte der K. Akademie der Wissenschaften*, t. LXIII, Vienne, 1871.

[2]) *Monatsbericht der K. Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, Juin 1872.

Le diamant est loin de se trouver exclusivement à l'état de cristaux plus ou moins parfaits, transparents, incolores ou faiblement colorés. Pendant longtemps, il est vrai, on ne l'a connu et cherché que sous cette forme, tandis qu'on n'accordait aucune attention à une matière noirâtre ou grisâtre, en fragments irréguliers et parfois assez volumineux, que fournit également le lavage des sables diamantifères. Aujourd'hui ces fragments, dont l'aspect n'a rien de commun avec celui du diamant, sont soigneusement recueillis, attendu qu'ils ont acquis une valeur assez considérable dans le commerce, où ils sont connus sous le nom de *carbonado* ou de *carbon*. Ce sont des masses généralement arrondies, quelquefois anguleuses, qui à l'extérieur sont souvent noires et brillantes, comme si leur surface avait été polie par le frottement; dans la cassure au contraire on leur trouve un aspect terne, relevé çà et là par un point brillant, et à la loupe on y reconnaît un grand nombre de pores de dimensions inégales. La couleur de la cassure est très variable, le plus souvent grisâtre, d'autres fois violacée. Chauffés dans l'eau, les fragments laissent échapper une grande quantité de bulles gazeuses; il est donc nécessaire, quand on veut exécuter des pesées hydrostatiques, de faire bouillir les échantillons pendant quelque temps dans l'eau, afin de chasser autant que possible l'air qui est logé dans les pores. En traitant la matière par l'eau régale, j'ai trouvé dans la dissolution une assez forte proportion de fer et un peu de chaux, mais aucune trace d'acide sulfurique ni d'alumine; quand on opère la combustion de la matière dans l'oxygène, elle laisse une faible quantité de cendres, de 0,24 à 2 $^0/_0$ d'après Rivot. Plus tard j'espère être à même de soumettre le carbon à une étude plus détaillée.

Si éloignée qu'elle soit du diamant ordinaire par son aspect, qui la rend totalement impropre à être employée comme ornement, cette matière ne saurait pourtant être regardée comme constituant un état essentiellement distinct. Lorsqu'on examine en effet, comme j'ai eu plusieurs fois l'occasion de le faire soit chez M. Martin Coster à Paris soit chez M. Daniëls à Amsterdam, de grandes quantités de carbons et de diamants, il est souvent difficile de

dire si certains échantillons doivent être rapportés à la catégorie des carbons, qui à l'œil nu ne montrent aucune apparence de structure cristalline, ou bien à la catégorie des diamants de couleur foncée et à cristallisation imparfaite et très irrégulière; de la vue de ces nombreuses variétés il m'est resté la conviction que, entre le carbon à texture simplement micro-cristalline et le diamant régulièrement cristallisé en octaèdres diaphanes, il y a une série non interrompue d'états intermédiaires. Tandis que le vrai diamant se laisse cliver suivant les faces de l'octaèdre, le vrai carbon à texture finement grenue n'offre pas trace de cette propriété; dans les variétés intermédiaires, elle se rencontre à des degrés très divers. Il est remarquable que le carbon, qui au Brésil et surtout à Bahia accompagne toujours le diamant, en fragments dont le poids va jusqu'à plusieurs décagrammes, n'ait pas encore été trouvé au Cap de Bonne-Espérance, bien que l'attention des chercheurs de diamants ait été spécialement attirée sur cette matière d'apparence si vile. Il faut donc croire que le carbon n'existe pas dans les alluvions diamantifères du Cap. Grâce à M. Daniëls, j'ai eu l'occasion d'examiner une couple de petites masses noires, qui avaient été envoyées du Cap comme carbons présumés; mais ces fragments ne contenaient pas du tout de carbone, et étaient formés presque entièrement d'oxyde de fer hydraté.

Outre le carbon et le diamant ordinaire, on trouve encore une autre modification, connue chez les lapidaires sous le nom de *bord*. Ce sont en général des sphéroïdes, translucides mais non transparents, incolores ou d'une teinte grisâtre. On ne peut pas en retirer des octaèdres par le clivage, et ils sont d'ailleurs beaucoup plus durs que le diamant bien cristallisé, quoique sous ce rapport ils cèdent encore le pas au carbon. A cause de leur dureté supérieure, le carbon et le bord fournissent presque seuls aujourd'hui la poudre destinée à la taille du diamant; les lapidaires préfèrent de beaucoup cette poudre à celle du diamant bien cristallisé, qu'ils employaient jadis.

On a émis l'opinion que le bore cristallin, obtenu il y a quelques années par voie artificielle, égalerait ou surpas-

serait le diamant sous le rapport de la dureté et serait par suite propre au travail du diamant; mais la question reste encore très douteuse, le prix élevé de ce produit s'étant opposé à ce qu'on en fasse l'application.

Relativement à la densité du diamant, on possède des données assez nombreuses, qui toutefois présentent entre elles des divergences sensibles. C'est ainsi que Thomson a trouvé le nombre 3,5295, à une température qui n'est pas indiquée; M. Halphen donne pour le célèbre diamant connu sous le nom de l'*Etoile du Sud* la densité 3,529 à 15° C.; M. Schrauf, opérant sur le diamant florentin qui fait partie du trésor de la couronne d'Autriche, a obtenu comme moyenne de deux expériences assez peu concordantes, après correction pour la pesée dans l'air, le nombre 3,5143, l'eau à 4° C. étant prise pour unité. M. Schrötter [1]) a fait une série de déterminations sur différents diamants, parmi lesquels toutefois il y en avait plusieurs qui étaient à la fois colorés et imparfaitement transparents, d'autres qui étaient traversés par des fissures; en tenant compte de la correction nécessitée par la pesée dans l'air, M. Schrötter trouve pour la densité du diamant, comparée à celle de l'eau à 4° C., la valeur moyenne de 3,51432.

Profitant des facilités qui m'étaient offertes par M. Daniëls, j'ai exécuté une série de mesures de densités, en observant toutes les précautions que cette opération réclame. L'eau servant aux pesées était de l'eau bouillie, refroidie dans le vide; la température de l'eau était observée, ainsi que celle de l'air. Pendant la pesée du diamant dans l'air sur le plateau de la balance, la nacelle de platine suspendue à un cheveu humain, laquelle devait recevoir le diamant pour la pesée subséquente dans l'eau, était déjà plongée dans ce liquide, de sorte que la détermination du poids absolu et celle de la perte dans l'eau se faisaient dans les mêmes conditions et par suite avec le même degré d'exactitude. Comme, durant ces expériences, la pression atmosphérique ne varia qu'entre 759 et 761 mm., j'ai cru inutile d'appliquer la correc-

---

[1]) *Sitzungsber. der K. Akad. der Wissenschaften*, t. LXIII. Vienne, 1871.

No.	ESPÈCE ET COULEUR DES DIAMANTS.	Température de l'air. t	Poids du diamant dans l'air. P	Température de l'eau. t^1	Perte de poids dans l'eau. P^1	Densité non-corrigée. $\frac{P}{P^1}$	Densité corrigée. D
1.	Brillant, presque incolore, du Cap	8,0	1,2569	8,0	0,3569	3,5217	3,51812
2.	Brillant, jaune pâle, du Cap	8,8	0,7059	8,0	0,2003	3,5242	3,52063
3.	Diamant brut, limpide, coloré en jaune, du Cap.	6,8	6,4830	5,2	1,8415	3,5205	3,51727
4.	Dito plus petit, tout à fait pur, du Cap	9,0	1,7095	6,8	0,4857	3,5197	3,51631
5.	Dito avec une petite tache noire à l'intérieur, du Cap	5,5	1,7014	4,9	0,4830	3,5225	3,51934
6.	Dito avec une grande tache et des fissures, du Cap.	9,0	1,1270	7,5	0,3214	3,5065	3,50307
7.	Diamant brut, limpide, composé de deux cristaux accolés, du Cap	8,0	5,5774	7,0	1,5855	3,5178	3,51436
8.	Bord sphéroïdal, grisâtre, translucide mais non transparent	9,0	1,2808	7,5	0,3649	3,5100	3,50383
9.	Bord sphéroïdal, blanc, du Cap	14,0	3,9297	12,0	1,1202	3,5080	3,50329
10.	Dito plus petit, du Cap	14,0	1,2292	12,5	0,3509	3,5030	3,49806
11.	Carbon gris un peu violacé, du Brésil	13,0	17,5520	10,0	5,4780	3,2041	3,20053
12.	Carbon noir grisâtre, du Brésil	13,0	10,3870	10,8	3,1506	3,2969	3,29287
13.	Carbon noir, du Brésil	13,0	7,2790	11,1	2,3070	3,1552	3,15135
14.	Carbon sphéroïdal, du Brésil	13,0	2,4165	11,5	0,7215	3,3493	3,34497
15.	" " " "	13,0	1,0965	12,0	0,3418	3,2080	3,20378
16.	Masse grise, demi-translucide, regardée comme du carbon, mais distinctement cristalline	14,0	6,8982	11,5	1,9647	3,5111	3,50652
17.	Masse blanche, demi-translucide, un peu cristalline, regardée à tort comme du carbon	13,0	2,3285	11,7	0,6640	3,5068	3,50215

tion relative à l'état du baromètre, correction qui ne pouvait avoir aucune influence sur le résultat, surtout parce que l'exactitude de ces pesées, où le cheveu frotte contre l'eau, atteint tout au plus le demi-milligramme.

Le tableau ci-joint (*v.* à la page précédente) renferme les résultats de mes expériences. Dans la dernière colonne on trouve les densités calculées D, obtenues en apportant aux nombres de l'avant-dernière colonne les corrections qui résultent de ce que l'une des pesées a eu lieu dans l'eau à la température t^1 et non dans l'eau à 4° C, et de ce que l'autre a eu lieu dans l'air à la température t et non dans le vide. Ce calcul a été effectué suivant la formule connue:

$$D = \frac{P}{P^1} d_{t^1} - \frac{P - P^1}{P^1} \frac{\alpha b}{760\,(1 \times \beta t)},$$

où $\alpha = 0{,}00129337$ gr. est le poids du centimètre cube d'air à 0° C et 760 mm. de pression barométrique, et $\beta = 0{,}00367$ le coefficient de dilatation de l'air; aucune correction n'ayant été faite pour la hauteur du baromètre, on a pris $\frac{b}{760} = 1$.

En comparant dans ce tableau les densités corrigées, on voit que le poids spécifique le plus élevé appartient aux diamants les plus purs:

N°. 1	3,51821.
〃 2	3,52063.
〃 3	3,51727.
〃 4	3,51631.
〃 5	3,51934.

Si l'on pouvait prendre la moyenne de pareils résultats, ce qui à mon avis n'est pas permis, la densité corrigée du diamant, par rapport à l'eau à 4° C., serait 3,51835. C'est avec intention que j'ai omis ici les Nos. 6 et 7, ces diamants étant traversés par des fissures peut-être remplies d'air, ce qui a pu déprimer le poids spécifique. Je crois que la valeur 3,51432, admise par M. Schrötter comme la moyenne de toutes ses déterminations, est trop faible; parmi les diamants qu'il a examinés il y en avait

de tachetés et de fissurés, et pour ceux qui étaient sans défauts, lui aussi a trouvé des densités plus fortes, par exemple 3,51869 pour un diamant complétement incolore, 3,51947 pour un diamant violet pâle. D'après tous les résultats connus, je crois que la densité du diamant bien pur ne doit pas être beaucoup au-dessous de 3,52.

Les nombres du tableau montrent ensuite que la densité du bord ou diamant globuleux ne dépasse pas beaucoup 3,50, tandis que le carbon a un poids spécifique notablement plus petit et est donc probablement du diamant poreux, conclusion que confirme d'ailleurs l'examen à la loupe. La densité supérieure trouvée pour les Nos. 16 et 17 prouve aussi que ces échantillons n'étaient pas des carbons, mais des états intermédiaires entre le carbon et le vrai diamant.

A l'abri du contact de l'air, le diamant peut être exposé à la température la plus élevée de nos fourneaux sans éprouver aucune altération; du moins en est-il ainsi pour le diamant incolore, plus tard nous parlerons du diamant coloré. L'expérience par laquelle on a ordinairement démontré ce fait ne laisse pas que d'offrir des embarras: le diamant est placé dans un petit creuset de Hesse et recouvert de magnésie fortement comprimée; ce creuset est introduit dans un second creuset qu'on remplit entièrement avec du graphite bien tassé, puis le tout est chauffé pendant longtemps à la température la plus élevée qui peut être obtenue dans un four à porcelaine.

Morren, Schrötter et autres ont successivement répété cette expérience et constaté que le diamant, en dépit de la chaleur excessive qu'il avait subie, n'était modifié ni dans sa forme ni dans ses propriétés; tout au plus, Schrötter trouva-t-il que sa surface était devenue un peu terne.

Des expériences analogues ont été faites à Berlin par M. G. Rose, avec le concours de M. Siemens [1]). Dans un morceau de

---

[1]) *Monatsbericht der K. Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, Juin 1872, p. 518.

charbon de cornue on creusa une cavité où le diamant se logeait tout juste, et qui fut ensuite fermée par un couvercle de la même matière; le tout fut placé dans un creuset de graphite rempli de charbon de bois en poudre, puis chauffé pendant une demi-heure dans un fourneau où la fonte de fer entrait en fusion; à l'ouverture du creuset, on trouva que le diamant n'était changé en rien. Dans une seconde expérience, exécutée de la même manière, un diamant taillé en rose fut exposé pendant 10 minutes à la chaleur qui fait fondre le fer forgé; après ce traitement, le diamant avait conservé sa forme et le poli de ses faces, mais il était devenu noir et tachait le papier à la manière du graphite; en le brisant, on reconnut toutefois que cette coloration en noir était purement superficielle.

J'ai également essayé l'action de la chaleur sur le diamant, mais en opérant d'une manière beaucoup plus simple.

Le diamant préalablement pesé est placé dans un petit creuset de platine de forme très allongée et étroite, semblable à celui dont M. J. Laurence Smith [1]) a recommandé l'emploi pour la décomposition des silicates par le chlorure de calcium. Afin de pouvoir observer ce qui se passe à l'intérieur du creuset, celui-ci, placé dans une position inclinée, est fermé au moyen d'une mince lame de mica. A travers une ouverture percée dans cette lame passe un petit tube très mince de platine, soudé à l'extrémité d'un tube de verre, qui se relie à un appareil fournissant de l'hydrogène desséché sur l'acide sulfurique et le chlorure de calcium. Durant l'opération, le diamant est donc entouré d'une atmosphère d'hydrogène sec. Le creuset est chauffé au blanc clair dans une flamme de gaz activée par un courant d'air insufflé. J'ai constaté ainsi que le diamant, maintenu pendant 15 minutes à une température où il devenait invisible (c'est-à-dire où le platine et le diamant dans leur éclat commun ne se distinguaient plus l'un de l'autre), non-seulement n'avait rien perdu de son poids après le refroidissement, mais avait aussi conservé tout le brillant de sa surface

---

[1]) *Chemical News*, 1871, t. XXII, p. 222 et 234.

et toute sa transparence. Répétée à différentes reprises sur des pierres incolores ou colorées en jaune pâle, l'expérience a toujours eu le même résultat: dans une atmosphère qui n'a pas d'action chimique sur lui, le diamant peut être exposé pendant un temps considérable à la chaleur blanche sans subir aucun changement. Dans un superbe diamant taillé, du poids de 6 à 7 carats, l'éclat était même notablement augmenté après l'opération. La perte de l'éclat, dans l'expérience de M. Schrötter, est à mon avis une preuve que, nonobstant les précautions prises, le diamant s'est trouvé en contact avec l'oxygène de l'air, ou bien qu'à cette température élevée il a exercé une action réductrice sur la magnésie et a été brûlé par l'oxygène de cette terre.

J'ai soumis au même traitement un diamant qui à l'œil nu paraissait d'un vert sale; à la loupe, on reconnaissait toutefois que cette couleur n'était pas répandue dans toute la pierre, mais qu'elle appartenait seulement à certaines parties très limitées, qui formaient comme de petits nuages verts au sein de la masse. Après la chauffe à blanc dans l'hydrogène, l'éclat de la surface était resté le même; la transparence était plutôt augmentée que diminuée, mais la couleur verte avait fait place à une teinte jaune pâle.

Un autre petit diamant, d'un vert si foncé qu'il se rapprochait du noir, et presque complétement opaque, avait pris, tout en conservant le brillant de sa surface, une couleur violette, et était en même temps devenu beaucoup plus translucide. Un petit diamant cubique d'un vert clair perdit presque entièrement sa couleur, mais en conservant intacts son éclat et sa transparence; pesé avant et après l'application de la chaleur, il n'accusa aucune différence de poids.

Les diamants bruns perdent en grande partie cette couleur lorsqu'on les chauffe au rouge blanc dans l'hydrogène; ils deviennent ordinairement plus ou moins grisâtres, et prennent en tout cas une teinte beaucoup plus claire; examinés à la loupe, ils sont alors limpides avec de petites taches noires. Les diamants colorés en jaune, comme le sont presque tous ceux qui viennent

du Cap, perdent à peine quelque chose de leur teinte naturelle.

Lors de la dernière exposition de Paris, en 1867, j'eus l'occasion de voir chez M. Coster un diamant très remarquable. Il était presque incolore, mais, chauffé à l'abri du contact de l'air (dans un bain de magnésie), il devenait d'un rose intense, et il conservait cette couleur pendant plusieurs jours, pourvu qu'on le maintînt dans l'obscurité; à la lumière au contraire, et surtout à la lumière du soleil, la couleur s'effaçait promptement, mais on pouvait la faire reparaître en chauffant de nouveau. J'ai examiné un diamant rosé que M. Daniëls soupçonnait devoir acquérir, de la même maniére, une couleur rouge plus foncée; mais, bien loin de là, ce diamant devint incolore par l'effet de la chaleur; peu à peu toutefois il reprit sa nuance rose. De concert avec M. Daniëls, j'ai fait plusieurs expériences sur des diamants colorés en gris, dans l'espoir que la chaleur leur enlèverait cette teinte et par là augmenterait considérablement leur valeur. Malheureusement ces essais n'ont pas eu le résultat désiré; les diamants présentaient encore, après le traitement, leur couleur grise primitive.

Lorsque, au lieu de chauffer le diamant dans une atmosphère d'hydrogène, on le chauffe au contant de l'air, les choses se passent tout autrement. Alors il n'est pas nécessaire de pousser la chaleur jusqu'au rouge blanc, ni de la soutenir pendant longtemps, pour rendre le diamant mat à la surface et par suite opaque. C'est là un effet de combustion véritable, comme le prouve la perte de poids qu'on constate après l'opération. En faisant repolir le diamant devenu mat, M. Daniëls a montré avec évidence que cette combustion est purement superficielle: la pierre repolie avait recouvré toute sa transparence, toute son eau. M. G. Rose avait d'ailleurs déjà remarqué qu'il suffit de mouiller avec de l'essence de térébenthine le diamant terni, pour qu'il reprenne sa transparence et la conserve aussi longtemps que sa surface reste humectée.

Si l'on chauffe le diamant au milieu d'une atmosphère d'oxygène, en amenant un courant de ce gaz dans le creuset à travers

le petit tube de platine dont il a été question ci-dessus, on voit la pierre atteindre l'incandescence la plus vive et brûler avec une lumière éblouissante longtemps avant que le creuset de platine soit devenu rouge-blanc. Après qu'on a retiré la lampe et que le creuset est déjà retombé au-dessous du rouge, le diamant continue encore, dans la plupart des cas, à brûler pendant quelque temps et à se montrer vivement éclairé sur un fond noir; quand le diamant est petit, la combustion peut même continuer jusqu'à ce qu'il soit entièrement consumé, et on le voit alors au dernier instant lancer une lumière plus vive, comme le fait une mèche incandescente au moment de s'éteindre. Lorsque la pierre a un volume plus considérable, la chaleur produite par la combustion ne suffit pas pour entretenir celle-ci, de sorte que, après l'éloignement de la lampe, la combustion ne persiste que pendant peu d'instants, en dépit de l'oxygène qui continue à affluer dans le creuset.

Bien que M. Daniëls et moi ayons plusieurs fois répété cette expérience, nous n'avons jamais observé autre chose qu'une combustion tranquille du diamant, ayant pour seul résultat visible le dépoli et l'opacité de la surface; quant à des phénomènes de noircissement, de transformation en coke, de changement de l'état d'agrégation, de boursouflement, de fusion ou de ramollissement, d'arrondissement des arêtes et des angles, rien de pareil ne s'est offert à nous. Une fois seulement, en opérant sur un diamant grisâtre et opaque, nous avons remarqué la projection de quelques petites étincelles; mais j'ai la conviction que cela provenait d'éléments étrangers, inclus dans la masse. Jamais non plus nous n'avons vu le diamant éclater ou se fendre par la chaleur, sauf dans un cas, où l'effet avait été prédit par M. Daniëls. Il s'agissait d'une pierre qui était évidemment formée de deux cristaux soudés l'un à l'autre; dès la première application de la chaleur, elle éclata avec assez de violence en deux fragments, qui constituaient chacun un cristal déterminé.

La combustion du diamant, dans l'oxygène ou dans l'air atmosphérique, se fait-elle avec production de flamme? M. G. Rose le

nie pertinemment; mais la manière dont il s'y prenait, — en chauffant le diamant sur un têt dans le moufle d'un fourneau à réverbère et le retirant de temps en temps pour l'observer, ou bien en chauffant un éclat mince de diamant sur une feuille de platine à la flamme du chalumeau, — cette manière n'était pas très propre à résoudre la question. En opérant au contraire comme je l'ai dit, on voit parfaitement à travers la lame de mica tout ce qui se passe dans le creuset; nous avons pu constater ainsi, avec pleine évidence, que le diamant en combustion est entouré d'une petite flamme, dont l'enveloppe extérieure est d'un bleu violacé, semblable à celle de l'oxyde de carbone en combustion. Cette flamme devient surtout visible avec des diamants un peu gros, quand on a retiré la lampe et que le platine a cessé de rougir; sur le fond noir du creusèt se détache alors le diamant, brillant de la lumière blanche la plus vive et entouré d'une auréole ou zone moins éclairante, dont le bord extérieur est coloré en bleu violet.

M. G. Rose a communiqué des observations microscopiques très intéressantes sur la surface mate des diamants qui ont subi un commencement dc combustion; il y a reconnu des empreintes triangulaires régulières, en rapport avec la forme cristalline du diamant, et qu'il compare aux figures qui prennent naissance à la surface des cristaux solubles dans les acides, lorsqu'on les expose pendant quelques instants à l'action de l'agent corrosif.

Plusieurs expérimentateurs, M. Jacquelain [1]) entre autres, affirment qu'à une température très élevée, telle qu'on l'obtient au foyer d'un grand miroir ardent ou entre les pointes de charbon d'une forte batterie galvanique, par exemple de 100 éléments Bunsen, le diamant se ramollit, qu'il passe à un autre état allotropique, est transformé en véritable coke, pouvant fontionner comme un excellent conducteur de l'électricité, et diminue beaucoup de densité, de 3,336 à 2,6778. On raconte aussi qu'en observant, à l'aide d'un verre enfumé, la combustion du diamant au foyer

---

[1]) *Ann. de Chimie et de Physique*, Série III, t. XX, 1847, p. 459.

d'un miroir ardent, on a vu le diamant se ramollir et même entrer en une sorte d'ébullition.

M. Schrötter nous apprend que le cabinet R. I. de minéralogie, à Vienne, renferme un diamant que François Ier, l'époux de Marie-Thérèse, exposa en 1751 au foyer d'un grand miroir, où il le laissa brûler pendant quelque temps; après cette combustion partielle, le diamant — une pierre taillée bien limpide — était devenu noir aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur.

Clarke [1]), qui a brûlé un diamant dans la flamme du gaz oxy-hydrique, dit qu'il devint d'abord opaque comme de l'ivoire; ensuite les angles de l'octaèdre s'arrondirent, la surface se couvrit de bulles et il resta un globule à éclat métallique vif, qui finit par disparaître complètement. Silliman, en brûlant un diamant sur de la magnésie, l'a vu noircir et éclater. Murray et Macquer parlent aussi de la propriété du diamant de noircir par la combustion.

MM. G. Rose et Siemens ont chauffé le diamant entre les deux cônes de charbon d'un grand appareil magnéto-électrique, lesquels cônes étaient renfermés dans un cylindre de verre où l'on faisait le vide. Dans deux expériences différentes, lorsque les charbons furent devenus incandescents, le diamant se brisa avec explosion en un grand nombre de fragments, qui tous étaient noirs; à l'examen on reconnut toutefois que cette coloration noire était purement superficielle et qu'à l'intérieur la substance n'avait éprouvé aucune altération; avec les fragments noircis on pouvait écrire sur le papier. De ces expériences, comme de celle que nous avons rapportée ci-dessus et où le diamant était devenu noir à la surface après avoir été chauffé dans un creuset de charbon à la température de fusion du fer forgé, M. Rose conclut qu'à ces fortes chaleurs le diamant, bien que conservant sa forme, commence à se changer en graphite, et que probablement il se transformerait entièrement en cette matière si la chaleur était suffisante et suffisamment prolongée.

---

[1]) Gmelin, *Handbuch der Chemie*. 1843, t. I, p. 538.

Comme je n'ai pas eu l'occasion de répéter ces expériences, je ne puis avoir la prétention d'émettre un jugement sur la manière dont le diamant se comporte à ces températures excessives. Je dois pourtant faire remarquer que lorsque le diamant est placé dans l'arc voltaïque, le noircissement pourrait résulter de ce que des particules charbonneuses seraient transportées des cônes de charbon sur le diamant, qui les retiendrait à sa surface sans éprouver lui-même aucune modification. Dans l'expérience avec le miroir ardent, le support sur lequel reposait le diamant a pu contenir des matières qui, en contact à cette température avec le carbone du diamant, ont éprouvé des phénomènes de réduction de nature à rendre compte de la formation de l'enduit noir. Quelque chose de pareil a été observé par M. Schrötter, dans une expérience où un diamant, enveloppé d'une mince feuille de platine et placé dans un creuset au milieu d'une masse fortement comprimée de magnésie, avait été exposé au feu le plus violent d'un four à porcelaine. Après le refroidissement, il trouva le diamant débarrassé de son enveloppe de platine, laquelle, fondue en globule, adhérait à l'une des facettes de la pierre. Le diamant lui-même était devenu noir à l'extérieur, et à l'intérieur il était pénétré de stries noires dendritiques; on peut supposer qu'il s'était formé ici une combinaison de carbone et de platine.

Quoique je ne sois pas allé jusqu'à l'énorme température qu'on peut obtenir dans l'arc d'une puissante pile galvanique ou au foyer d'un miroir de grandes dimensions, j'ai pourtant plus d'une fois chauffé des diamants dans la flamme oxy-hydrique, c'est-à-dire à une température où le platine fondait [1]), tandis que la pierre émettait une lumière éblouissante et perdait rapidement de son poids; après l'opération le diamant était naturellement devenu mat, mais jamais je n'ai observé la moindre coloration en noir,

---

[1]) Lorsque la flamme touchait les pointes de platine qui servaient à tenir le diamant, non-seulement celles-ci entraient en fusion, mais, en regardant à travers un verre de couleur foncée, je voyais le platine en ébullition manifeste.

ni à la surface ni à l'intérieur. M. Jacquelain ne l'a pas observée non plus, en opérant avec un jet de flamme produit soit par un mélange d'oxygène et d'hydrogène dans les proportions pour faire de l'eau, soit par un mélange d'oxygène et d'oxyde de carbone; le diamant examiné plusieurs fois, en interrompant l'expérience, n'a présenté nulle part ni taches brunes ni coloration en noir.

M. Jacquelain dit: „peut-être les parties superficielles du diamant ont-elles noirci, puis disparu tour à tour, par suite de leur contact à une température élevée avec l'acide carbonique et la vapeur d'eau; par suite, enfin, du frottement considérable que le diamant supporte de la part du mélange gazeux qui s'échappe d'un réservoir sous une forte pression. Quoi qu'il en soit, il demeure incontestable d'après cette expérience, 1°. que le jet de flamme provenant d'un mélange d'hydrogène et d'oxygène dans les proportions pour faire de l'eau, a été impuissant à ramollir le diamant; 2°. que la combustion de ce mélange explosif est loin de produire les effets énergiques de la pile de Bunsen à 100 éléments."

A mon avis, la transformation du diamant en coke ou en graphite par la chaleur seule reste encore douteuse; avant de l'admettre, on doit acquérir la certitude que le noircissement n'est pas l'effet d'une action chimique exercée sur le diamant par des matières étrangères, ni d'un transport de particules charbonneuses des cônes de charbon sur le diamant.

Désireux de savoir si le diamant, à la chaleur blanche, est capable de décomposer l'eau et de brûler aux dépens de l'oxygène de ce corps, j'ai fait passer sur un diamant brut limpide, ainsi que sur un diamant taillé, un courant de vapeur surchauffée, dans un tube de platine exposé à la chaleur d'une flamme de gaz activée par de l'air insufflé. Bien que l'expérience ait été continuée pendant 10 minutes, le diamant, après le refroidissement, n'avait rien perdu de son poids, et sa surface était restée parfaitement brillante; cela prouve que, au moins à la température employée, le diamant ne subit aucun changement dans une atmosphère d'eau surchauffée.

Le diamant se comporte autrement lorsqu'il est maintenu pen-

dant longtemps à la chaleur blanche dans une atmosphère d'acide carbonique sec. Une pierre brute, du poids de 0,1515 gr., fut chauffée pendant 10 minutes à blanc dans le creuset couvert de mica, où continuait d'arriver par le tube de platine un courant d'acide carbonique sec, déjà mis en mouvement quelque temps avant l'application de la chaleur; après le refroidissement, le diamant fut trouvé terni à la surface et plus léger de 0,0015 gr. L'expérience fut répétée avec un diamant taillé, qui pesait 0,6095 gr.; en sortant du creuset il était devenu entièrement mat, à l'exception d'une couple de facettes, qui avaient conservé leur brillant mais étaient un peu couvertes de couleurs irisées ; c'étaient les facettes sur lesquelles le courant d'acide carbonique avait produit un refroidissement relatif; le poids du diamant avait perdu environ 2 milligrammes. Cette expérience prouve que le diamant, à la chaleur blanche, est capable de décomposer l'acide carbonique et de se combiner avec son oxygène, mais que l'action est très lente. M. Jacquelain [1]) avait déjà reconnu cette décomposition, quoique sa méthode laissât encore place à beaucoup de doute; il opérait dans une cloche remplie d'acide carbonique et présentant deux ouvertures; par l'une on introduisait le diamant porté sur un morceau de terre de pipe, tandis que l'autre donnait accès au tube à l'extrémité duquel brûlait le gaz oxy-hydrique. Dans cette expérience le diamant était consumé très rapidement, mais surtout par l'oxygène du mélange oxy-hydrique; aucune trace de noircissement ne put y être observée.

Plus tard j'espère pouvoir étudier l'action que d'autres gaz exercent sur le diamant à la chaleur blanche.

---

[1]) *Ann. de Chimie et de Physique*, 3e Série, t. XX, p. 468.

NOTE SUR LA

QUADRATURE PAR APPROXIMATION,

PAR

D. BIERENS DE HAAN.

Acad. Royale des sciences à Amsterdam. *Versl. en Meded.* 2e Série, T. 6, p. 185.

---

1. On a donné maintes formules pour trouver la quadrature de courbes planes par approximation: on peut les déduire toutes du théorème de Taylor. En général on peut s'en servir encore pour la sommation de séries et l'évaluation d'intégrales définies. Pour faire un usage légitime de ces formules, il est absolument nécessaire de déterminer les limites de la correction qu'il faudrait y ajouter.

A cet effet, on donnera ici la différence $f(x+h) - f(x)$ exprimée tant par les différences que par les sommes de dérivées du même ordre.

2. Dans le théorème de Taylor

$$f(x+h) - f(x) = hf^{\mathrm{I}}(x) + \frac{1}{2}h^2 f^{\mathrm{II}}(x) + \frac{1}{6}h^3 f^{\mathrm{III}}(x) + \frac{1}{24}h^4 f^{\mathrm{IV}}(x) +$$
$$+ \frac{1}{120}h^5 f^{\mathrm{V}}(x) + \frac{1}{720}h^6 f^{\mathrm{VI}}(x) + \frac{1}{5040}h^7 f^{\mathrm{VII}}(x) +$$
$$+ \frac{1}{40320}h^8 f^{\mathrm{VIII}}(x) + \frac{1}{362880}h^9 f^{\mathrm{IX}}(x) + \frac{1}{3628800}h^{10} f^{\mathrm{X}}(x) + \ldots$$
$$+ \frac{1}{1^{2k/1}}h^{2k} f^{2k}(x) + \frac{1}{1^{2k+1/1}}h^{2k+1} f^{2k+1}(x) + \ldots + \mathrm{R} \ldots (\mathrm{A}).$$

prenons $f^{\mathrm{I}}(z)$ pour $f(z)$ et écrivons dans les seconds membres les dérivées sous les dérivées du même ordre dans la formule primitive

$$f^{\mathrm{I}}(x+h) - f^{\mathrm{I}}(x) = h f^{\mathrm{II}}(x) + \frac{1}{2} h^2 f^{\mathrm{III}}(x) + \frac{1}{6} h^3 f^{\mathrm{IV}}(x) +$$
$$+ \frac{1}{24} h^4 f^{\mathrm{V}}(x) + \frac{1}{120} h^5 f^{\mathrm{VI}}(x) + \frac{1}{720} h^6 f^{\mathrm{VII}}(x) +$$
$$+ \frac{1}{5040} h^7 f^{\mathrm{VIII}}(x) + \frac{1}{40320} h^8 f^{\mathrm{IX}}(x) + \frac{1}{362880} h^9 f^{\mathrm{X}}(x) + \dots$$
$$+ \frac{1}{1^{2k-1/1}} h^{2k-1} f^{2k}(x) + \frac{1}{1^{2k/1}} h^{2k} f^{2k+1}(x) + \dots (\mathrm{A}_1).$$

Pour éliminer au second membre $f^{\mathrm{II}}(x)$, multiplions (A_1) par $\frac{1}{2} h$, et soustrayons ce produit de (A): il vient

$$\{f(x+h) - f(x)\} - \frac{1}{2} h \{f^{\mathrm{I}}(x+h) - f^{\mathrm{I}}(x)\} = h f^{\mathrm{I}}(x) - \frac{1}{12} h^3 f^{\mathrm{III}}(x) -$$
$$- \frac{1}{24} h^4 f^{\mathrm{VI}}(x) - \frac{1}{80} h^5 f^{\mathrm{V}}(x) - \frac{1}{720} h^6 f^{\mathrm{VI}}(x) - \frac{1}{2016} h^7 f^{\mathrm{VII}}(x) -$$
$$- \frac{1}{13440} h^8 f^{\mathrm{VIII}}(x) - \frac{1}{103680} h^9 f^{\mathrm{IX}}(x) - \frac{1}{907200} h^{10} f^{\mathrm{X}}(x) - \dots$$
$$- \frac{k-1}{1^{2k/1}} h^{2k} f^{2k}(x) - \frac{k-\frac{1}{2}}{1^{2k+1/1}} h^{2k+1} f^{2k+1}(x) - \dots (1).$$

De même dans (A) on peut prendre $f_{\mathrm{II}}(z)$ pour $f(z)$, et écrire ensuite les dérivées de même ordre l'une sous l'autre

$$f^{\mathrm{II}}(x+h) - f^{\mathrm{II}}(x) = h f^{\mathrm{III}}(x) +$$
$$+ \frac{1}{2} h^2 f^{\mathrm{IV}}(x) + \frac{1}{6} h^3 f^{\mathrm{V}}(x) + \frac{1}{24} h^4 f^{\mathrm{VI}}(x) + \frac{1}{120} h^5 f^{\mathrm{VII}}(x) +$$
$$+ \frac{1}{720} h^6 f^{\mathrm{VIII}}(x) + \frac{1}{5040} h^7 f^{\mathrm{IX}}(x) + \frac{1}{40320} h^8 f^{\mathrm{X}}(x) + \dots$$
$$+ \frac{1}{1^{2k-2/1}} h^{2k-2} f^{2k}(x) + \frac{1}{1^{2k-1/1}} h^{2k-1} f^{2k+1}(x) + \dots (\mathrm{A}_2).$$

Cette équation doit servir pour éliminer $f^{\mathrm{III}}(x)$: multiplions-la à cet effet par $\frac{1}{12} h^2$ et ajoutons la somme à (1): nous

voyons tout de suite qu'alors $f^{\mathrm{IV}}(x)$ se trouvera être éliminée en même temps, et nous aurons

$$\{f(x+h)-f(x)\}-\frac{1}{2}h\{f^{\mathrm{I}}(x+h)-f^{\mathrm{I}}(x)\}+\frac{1}{12}h^2\{f^{\mathrm{II}}(x+h)-$$

$$-f^{\mathrm{II}}(x)\}=hf^{\mathrm{I}}(x) \qquad +\frac{1}{720}h^5f^{\mathrm{V}}(x)+\frac{1}{1440}h^6f^{\mathrm{VI}}(x)+$$

$$+\frac{1}{5040}h^7f^{\mathrm{VII}}(x)+\frac{1}{24192}h^8f^{\mathrm{VIII}}(x)+\frac{1}{145152}h^9f^{\mathrm{IX}}(x)+$$

$$+\frac{1}{1036800}h^{10}f^{\mathrm{X}}(x)+\ldots\ldots$$

$$+\frac{(k-1\frac{1}{2})(k-2)}{1^{2k/1}.3}h^{2k}f^{2k}(x)+\frac{(k-1)(k-1\frac{1}{2})}{1^{2k+1/1}.3}h^{2k+1}f^{2k+1}(x)+\ldots(2).$$

Vient le tour d'élimination de la fonction $f^{\mathrm{V}}(x)$; alors il faut changer dans (A) $f(z)$ en $f^{\mathrm{IV}}(z)$, et écrire encore les dérivées au-dessous des dérivées de même ordre dans (2):

$$f^{\mathrm{IV}}(x+h)-f^{\mathrm{IV}}(x)= \qquad hf^{\mathrm{V}}(x)+\frac{1}{2}h^2f^{\mathrm{VI}}(x)+$$

$$+\frac{1}{6}h^3f^{\mathrm{VII}}(x)+\frac{1}{24}h^4f^{\mathrm{VIII}}(x)+\frac{1}{120}h^5f^{\mathrm{IX}}(x)+$$

$$+\frac{1}{720}h^6f^{\mathrm{X}}(x)+\ldots$$

$$+\frac{1}{1^{2k-4/1}}h^{2k-4}f^{2k}(x)+\frac{1}{1^{2k-3/1}}h^{2k-3}f^{2k+1}(x)+\ldots(\mathrm{A}_3).$$

Multiplions ce résultat par $\frac{1}{720}h^4$ et soustrayons le produit de l'équation (2); alors non-seulement $f^{\mathrm{V}}(x)$ est éliminée, mais il en est de même pour $f^{\mathrm{VI}}(x)$, et nous parvenons à la formule

$$\{f(x+h)-f(x)\}-\frac{1}{2}h\{f^{\mathrm{I}}(x+h)-f^{\mathrm{I}}(x)\}+\frac{1}{12}h^2\{f^{\mathrm{II}}(x+h)-f^{\mathrm{II}}(x)\}-$$

$$-\frac{1}{720}h^4\{f^{\mathrm{IV}}(x+h)-f^{\mathrm{IV}}(x)\}=hf^{\mathrm{I}}(x)-\frac{1}{30240}h^7f^{\mathrm{VII}}(x)-$$

$$-\frac{1}{60480}h^8f^{\mathrm{VIII}}(x)-\frac{17}{3628800}h^9f^{\mathrm{IX}}(x)-\frac{1}{1036800}h^{10}f^{\mathrm{X}}(x)-\ldots$$

$$-\frac{(k-1\frac{1}{2})\ (k-2\frac{1}{2})\ (k-3)\ (k+4)}{1^{2k/1}\ .\ 3\ 5.\ 3} h^{2k} f^{2k}(x) -$$

$$-\frac{(k-1)(k-2)(k-2\frac{1}{2})(k+4\frac{1}{2})}{1^{2k+1/1}.\ 3.\ 5.\ 3} h^{2k+1} f^{2k+1}(x) - \ldots (3).$$

Encore une fois changez dans (A) $f(z)$ en $f^{\mathrm{VI}}(z)$: le résultat

$$f^{\mathrm{VI}}(k+h) - f^{\mathrm{VI}}(x) = h f^{\mathrm{VII}}(x)$$

$$+\frac{1}{2} h^2 f^{\mathrm{VIII}}(x) + \frac{1}{6} h^3 f^{\mathrm{IX}}(x) + \frac{1}{24} h^4 f^{\mathrm{X}}(x) + \ldots$$

$$+\frac{1}{1^{2k-6/1}} h^{2k-6} f^{2k}(x) +$$

$$+\frac{1}{1^{2k-5/1}} h^{2k-5} f^{2k+1}(x) + \ldots\ldots\ldots (\mathrm{A}_4).$$

devra être multiplié par $\frac{1}{30240} h^6$, et le produit devra s'ajouter à l'équation (3) afin d'éliminer $f^{\mathrm{VII}}(x)$; en même temps le coefficient de $f^{\mathrm{VIII}}(x)$ s'annule, et il vient

$$\{f(x+h)-f(x)\} - \frac{1}{2} h \{f^{\mathrm{I}}(x+h) - f^{\mathrm{I}}(x)\} + \frac{1}{12} h^2 \{f^{\mathrm{II}}(x+h) - f^{\mathrm{II}}(x)\} -$$

$$-\frac{1}{720} h^4 \{f^{\mathrm{IV}}(x+h) - f^{\mathrm{IV}}(x)\} + \frac{1}{30240} h^6 \{f^{\mathrm{VI}}(x+h) - f^{\mathrm{VI}}(x)\} =$$

$$= h f^{\mathrm{I}}(x) + \frac{1}{1209600} h^9 f^{\mathrm{IX}}(x) + \frac{1}{2419200} h^{10} f^{\mathrm{X}}(x) + \ldots$$

$$+\frac{(k-1\frac{1}{2})\ (k-2\frac{1}{2})\ (k-3\frac{1}{2})\ (k-4)\ (k^2+4k+9)}{1^{2k/1}.\ 3.\ 5.\ 7.\ 3.\ 4\frac{1}{2}} h^{2k} f^{2k}(x) +$$

$$+\frac{(k-1)(k-2)(k-3)(k-3\frac{1}{2})(k^2+5k+11\frac{1}{4})}{1^{2k+1/1}.\ 3.\ 5.\ 7.\ 3.\ 4\frac{1}{2}} h^{2k+1} f^{2k+1}(x) + \ldots (4).$$

Enfin dans (A) changeons $f(z)$ en $f^{\mathrm{VIII}}(z)$: nous aurons

$$f^{\mathrm{VIII}}(x)+h) - f^{\mathrm{VIII}}(x) = h f^{\mathrm{IX}}(x) + \frac{1}{2} h^2 f^{\mathrm{X}}(x) + \ldots$$

$$+\frac{1}{1^{2k-8/1}} h^{2k-8} f^{2k}(x) +$$

$$+\frac{1}{1^{2k-7/1}} h^{2k-7} f^{2k+1}(x) + \ldots\ldots\ldots (\mathrm{A}_5).$$

Pour éliminer $f^{\mathrm{IX}}(x)$, multiplions celle-ci par $\frac{1}{1209600} h^8$ et

soustrayons le produit de (4); la dérivée suivante $f^{\mathrm{X}}(x)$ est éliminée en même temps, et l'on trouve

$$\{f(x+h)-f(x)\}-\frac{1}{2}h\{f^{\mathrm{I}}(x+h)-f^{\mathrm{I}}(x)\}+\frac{1}{12}h^2\{f^{\mathrm{II}}(x+h)-f^{\mathrm{II}}(x)\}-$$

$$-\frac{1}{720}h^4\{f^{\mathrm{IV}}(x+h)-f^{\mathrm{IV}}(x)\}+\frac{1}{30240}h^6\{f^{\mathrm{VI}}(x+h)-f^{\mathrm{VI}}(x)\}-$$

$$-\frac{1}{1209600}h^3\{f^{\mathrm{VIII}}(x+h)-f^{\mathrm{VIII}}(x)\}=hf^{\mathrm{I}}(x)+f^{\mathrm{XI}}(x)\ldots+\ldots$$

$$+\frac{(k-1\frac{1}{2})(k-2\frac{1}{2})(k-3\frac{1}{2})(k-4\frac{1}{2})(k-5)(k+2)(k^2+k+8)}{1^{2k/1}.\ 3.\ 5.\ 7.\ 9.\ 5}h^{2k}f^{2k}(x)+$$

$$+\frac{(k-1)(k-2)(k-3k)(k-4)(k-4\frac{1}{2})(k+2\frac{1}{2})(k^2+2k+8\frac{3}{4})}{1^{2k+1/1}.\ 3.\ 5.\ 7.\ 9.\ 5.}h^{2k+1}f^{2k+1}(x)+\ldots(5).$$

3. Tirons de ce résultat les termes sans facteur h, et ceux qui ont la première puissance de h en facteur:

$$\{f(x+h)-f(x)\}-\frac{1}{2}h\{f^{\mathrm{I}}(x+h)+f^{\mathrm{I}}(x)\}=-\frac{1}{12}h^2\{f^{\mathrm{II}}(x+h)-f^{\mathrm{II}}(x)\}+$$

$$+\frac{1}{720}h^4\{f^{\mathrm{IV}}(x+h)-f^{\mathrm{IV}}(x)\}-\frac{1}{30240}h^6\{f^{\mathrm{VI}}(x+h)-f^{\mathrm{VI}}(x)\}+$$

$$+\frac{1}{1209600}h^8\{f^{\mathrm{VIII}}(x+h)-f^{\mathrm{VIII}}(x)\}-\ldots\ldots\ldots\ (6).$$

Le second terme au premier membre se trouve contenir la somme des dérivées premières de $f(x+h)$ et de $f(x)$. Donc, par la méthode du N°. 2, il est possible de réduire la différence de deux dérivées de même ordre à une somme de deux dérivées d'un même ordre, ce dernier ordre étant plus haut d'une unité. A cet effet changeons dans cette formule (6) $f(z)$ en $f^{\mathrm{II}}(z)$, et multiplions le résultat par $\frac{1}{12}h^2$; ce produit étant soustrait de (6) donne pour reste:

$$\{f(x+h)-f(x)\}-\frac{1}{2}h\{f^{\mathrm{I}}(x+h)+f^{\mathrm{I}}(x)\}+\frac{1}{24}h^3\{f^{\mathrm{III}}(x+h)+f^{\mathrm{III}}(x)\}=$$

$$=\frac{1}{120}h^4\{f^{\mathrm{IV}}(x+h)-f^{\mathrm{IV}}(x)\}-\frac{1}{6720}h^6\{f^{\mathrm{VI}}(x+h)-f^{\mathrm{VI}}(x)\}+$$

$$+\frac{13}{3628800}h^8\{f^{\mathrm{VIII}}(x+h)-f^{\mathrm{VIII}}(x)\}-\ldots\ldots\ (7).$$

Changeons ensuite dans (6) $f(z)$ en $f^{\mathrm{IV}}(z)$, multiplions par $\frac{1}{120}h^4$ et ajoutons ce produit à (7), le résultat sera

$$\{f(x+h)-f(x)\}-\frac{1}{2}h\{f^{\mathrm{I}}(x+h)+f^{\mathrm{I}}(x)\}+\frac{1}{24}h^3\{f^{\mathrm{III}}(x+h)+f^{\mathrm{III}}(x)\}-$$
$$-\frac{1}{240}h^5\{f^{\mathrm{V}}(x+h)+f^{\mathrm{V}}(x)\}=-\frac{17}{20160}h^6\{f^{\mathrm{VI}}(x+h)-f^{\mathrm{VI}}(x)\}+$$
$$+\frac{11}{725760}h^8\{f^{\mathrm{VIII}}(x+h)-f^{\mathrm{VIII}}(x)\}-\ldots\ldots\ldots \quad (8).$$

Ecrivons encore $f^{\mathrm{VI}}(z)$ pour $f(z)$ dans (6) et multiplions par $\frac{17}{20160}h^6$. Après avoir soustrait ce résultat de (8), il vient

$$\{f(x+h)-f(x)\}-\frac{1}{2}h\{f^{\mathrm{I}}(x+h)+f^{\mathrm{I}}(x)\}+\frac{1}{24}h^3\{f^{\mathrm{III}}(x+h)+f^{\mathrm{III}}(x)\}-$$
$$-\frac{1}{240}h^5\{f^{\mathrm{V}}(x+h)+f^{\mathrm{V}}(x)\}+\frac{17}{40320}h^7\{f^{\mathrm{VII}}(x+h)+f^{\mathrm{VII}}(x)\}=$$
$$=+\frac{31}{362880}h^8\{f^{\mathrm{VIII}}(x+h)-f^{\mathrm{VIII}}(x)\}-\ldots\ldots\ldots \quad (9).$$

Enfin $f(z)$ dans (6) devra être changée en $f^{\mathrm{VIII}}(z)$, puis le produit de ce résultat par $\frac{31}{362880}h^8$ devra être ajouté à (9), ce qui nous donne:

$$\{f(x+h)-f(x)\}-\frac{1}{2}h\{f^{\mathrm{I}}(x+h)+f^{\mathrm{I}}(x)\}+\frac{1}{24}h^3\{f^{\mathrm{III}}(x+h)+f^{\mathrm{III}}(x)\}-$$
$$-\frac{1}{240}h^5\{f^{\mathrm{V}}(x+h)+f^{\mathrm{V}}(x)\}+\frac{17}{40320}h^7\{f^{\mathrm{VII}}(x+h)+f^{\mathrm{VII}}(x)\}-$$
$$-\frac{31}{725760}h^9\{f^{\mathrm{IX}}(x+h)+f^{\mathrm{IX}}(x)\}=-\ldots\ldots\ldots \quad (10).$$

Entre ces résultats et ceux du N°. 2 on observera une différence générale, savoir que, sauf le terme $\frac{1}{2}h\{f^{\mathrm{I}}(x+h)-f^{\mathrm{I}}(x)\}$, tous les termes binômes dans le N°. 2 contiennent des différences de dérivées de même ordre pair, avec une puissance paire de h comme facteur; tandis que dans les formules du Numéro actuel, ce sont des sommes de dérivées de même ordre impair, qui doivent être multipliées par des puissances impaires de h.

4. Dans les applications des équations (1) à (5) on n'emploie que le premier terme du second membre, le terme $hf^{\text{I}}(x)$. Calculons l'erreur que l'on fait de cette manière, et écrivons le théorème de Taylor ainsi :

$$f(x+h)-f(x)=hf^{\text{I}}(x)+\frac{1}{2}h^2f^{\text{II}}(x)+\frac{1}{2.3}h^3f^{\text{III}}(x)+\ldots+$$

$$+\frac{1}{1^{k/1}}h^kf^k(x)+\frac{1}{1^{k/1}}\int_0^h f^{k+1}(x+u)(h-u)^k du\,;\ \ldots\ldots\ (\text{B})$$

maintenant on peut répéter les réductions du N°. 2.

La correction peut s'écrire sous la forme

$$\int_0^h f^{k+1}(x+u)\,\varphi(h-u)\,du\ \ldots\ldots\ldots\ (a).$$

Dans le cas où la fonction $\varphi(h-u)$ est toujours du même signe, pour les valeurs de u situées entre les limites d'intégration $0<u<h$, on peut la transporter hors du signe de l'intégration, pourvu qu'on en prenne une valeur moyenne, c'est-à-dire que l'on peut écrire au lieu de (a):

$$\text{M}[\varphi(h-u)].\int_0^h f^{k+1}(x+u)\,du=\text{M}[\varphi(h-u)].\{f^k(x+h)-f^k(x)\}..\ (b).$$

Afin de trouver cette valeur moyenne, cherchons les valeurs de u qui donnent à $\varphi(h-u)$ une valeur maximum, et résolvons à cet effet l'équation

$$\varphi'(h-u)=0\,,\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ (c)$$

dont les racines comprennent les valeurs cherchées; puis calculons le maximum lui-même et multiplions ce résultat par θ, où l'on a $(0<\theta<1)$.

Au contraire, dans le cas où $f^{k+1}(x+u)$ conserve toujours le même signe entre les limites 0 et h de u, on remplacera (a) par

$$f^{k+1}(u+\theta h).\int_0^h\varphi(h-u)\,du\,;\ \ldots\ldots\ldots\ (d)$$

et par conséquent on n'aura qu'à effectuer la deuxième intégration.

Par cette voie l'on obtient au lieu de l'équation (1):

$$\{f(x+h)-f(x)\}-\frac{1}{2}h\ \{f^{\text{I}}(x+h)-f^{\text{I}}(x)\}-h\,f^{\text{I}}(x)=$$

$$=\frac{1}{2}\int_0^h \{(h-u)-h\}\ (h-u)\,f^{\text{III}}(x+u)\,du\ \ .\ .\ .\ (1^a).$$

Ici la fonction

$$\varphi\,(h-u)=\{(h-u)-h\}\ (h-u)=-u\,(h-u)$$

est toujours négative; pour le maximum on a la condition

$$\varphi'\,(h-u)=2\,(h-u)-h=h-2\,u=0,\ \text{d'où}\ u=\tfrac{1}{2}\,h;$$

donc pour le maximum lui-même: $-\frac{1}{2}\,h\,.\,\frac{1}{2}\,h=-\frac{1}{4}\,h^2$. C'est ainsi que ($1^a$) devient

$$=-\tfrac{1}{8}\,h^2\,\theta\ \{f^{\text{II}}(x+h)-f^{\text{II}}(x)\}\,;\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ (1^b)$$

ou de même suivant (d)

$$=\frac{1}{2}f^{\text{III}}(x+\theta\,h).\int_0^h \{(h-u)^2-h\ (h-u)\}\ du=$$

$$=\frac{1}{2}f^{\text{III}}(x+\theta h.)\left\{-\frac{1}{3}(h-u)^3+\frac{1}{2}h\,(h-u)^2\right\}_0^h=$$

$$=-\frac{1}{12}h^3\,f^{\text{III}}(x+\theta h)\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ (1^c).$$

De la même manière on déduit de (2):

$$\{f(x+h)-f(x)\}-\frac{1}{2}h\{f^{\text{I}}(x+h)-f^{\text{I}}(x)\}\ +$$

$$+\frac{1}{12}h^2\,\{f^{\text{II}}(x+h)-f^{\text{II}}(x)\}-hf^{\text{I}}(x)=$$

$$=\frac{1}{24}\int_0^h \{(h-u)^2-4.\frac{1}{2}(h-u)h+h^2)\}(h-u)^2f^{\text{V}}(x+u)du\ .\ (2^a).$$

Ici l'on a

$$\varphi\,(h-u)=(h-u-h)^2\,(h-u)^2=\{u\,(h-u)\}^2$$

toujours positif; par conséquent on a, pour le même $u=\frac{1}{2}\,h$, le maximum

$$\left(-\frac{1}{4}\,h^2\right)^2=\frac{1}{16}h^4.$$

Ensuite le dernier terme devient suivant (b)

$$=\frac{1}{24}\,\frac{1}{16}\theta\,h^4\int_0^h f^{\text{V}}(x+u)\,du=\frac{1}{384}h^4\,\theta\ \{f^{\text{IV}}(x+h)-f^{\text{IV}}(x)\};\ (2^b)$$

et selon (d)

$$=\frac{1}{24}f^{\text{V}}(x+\theta h).\int_0^h \{(h-u)^4-2(h-u)^3h+(h-u)^2h^2\}du=$$

$$=\frac{1}{24}f^{\text{V}}(u+\theta h).\Big\{-\frac{1}{5}(h-u)^5+2.\frac{1}{4}(h-u)^4h-\frac{1}{3}(h-u)^3h^2\Big\}_0^h=$$

$$=\frac{1}{24}f^{\text{V}}(x+\theta h)\frac{1}{30}h^5=\frac{1}{720}h^5f^{\text{V}}(x+\theta h)\quad\ldots\ldots\ (2^c).$$

Au lieu de l'équation (3) on trouve:

$$\{f(x+h)-f(x)\}-\frac{1}{2}h\{f^{\text{I}}(x+h)-f^{\text{I}}(x)\}+\frac{1}{12}h^2\{f^{\text{II}}(x+h)-f^{\text{II}}(x)\}-$$

$$-\frac{1}{720}h^4\{f^{\text{IV}}(x+h)-f^{\text{IV}}(x)\}-hf^{\text{I}}(x)=$$

$$=\frac{1}{720}\int_0^h\{(h-u)^4-6\cdot\frac{1}{2}(h-u)^3h+6.5.\frac{1}{12}(h-u)^2h^2-\frac{1}{2}h^4\}$$

$$(h-u)^2f^{\text{VII}}(x+u)\,du\quad\ldots\ldots\ldots\ (3^a).$$

La fonction $\varphi\,(h-u)$ devient ici

$$\varphi(h-u)=-\frac{1}{2}\{u(h-u)\}^2\{2(h-u)u+h^2\},$$

donc toujours négative. Pour le maximum on a

$$\varphi'(h-u)=(h-u)u(h-2u)\{3(h-u)u+h^2\};$$

le seul facteur qui peut devenir zéro, entre les limites 0 et h de u, est $h-2u=0$; donc de nouveau $u=\frac{1}{2}h$; de sorte que le maximum devient

$$-\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{4}h^2\cdot\frac{1}{4}h^2\,(h\cdot\frac{1}{2}h+h^2)=-\frac{3}{64}h^6;$$

et par conséquent le second membre selon (b)

$$=-\frac{1}{720}\,\frac{3}{64}h^6\,\theta\int_0^h f^{\text{VII}}(x+u)du=-\frac{1}{15360}h^6\theta\{f^{\text{VI}}(x+h)-f^{\text{VI}}(x)\};(3^b)$$

ou selon (d)

$$=\frac{1}{720}f^{\text{VII}}(x+\theta h).\int_0^h\{(h-u)^6-3(h-u)^5h+$$

$$+\frac{5}{2}(h-u)^4h^2-\frac{1}{2}(h-u)^2h^4\}du=\frac{1}{720}f^{\text{VII}}(x+\theta h).\Big\{-\frac{1}{7}(h-u)^7+$$

$$+\frac{1}{2}(h-u)^6 h - \frac{1}{2}(h-u)^5 h^2 + \frac{1}{6}(h-u)^3 h^4 \Big\}_0^h =$$

$$=\frac{1}{720} f^{\text{VII}}(x+\theta h).\left(-\frac{1}{42}h^7\right) = -\frac{1}{30240}h^7 f^{\text{VII}}(x+\theta h) \;\ldots\; (3^c).$$

De même on peut changer l'équation (4) dans la suivante:

$$\{f(x+h)-f(x)\} - \frac{1}{2}h\{f^{\text{I}}(x+h)-f^{\text{I}}(x)\} + \frac{1}{12}h^2\{f^{\text{II}}(x+h)-f^{\text{II}}(x)\} -$$

$$-\frac{1}{720}h^4\{f^{\text{IV}}(x+h)-f^{\text{IV}}(x)\} + \frac{1}{30240}h^6\{f^{\text{VI}}(x+h)-f^{\text{VI}}(x)\} -$$

$$-hf^{\text{I}}(x) = \frac{1}{40320}\int_0^h \Big\{(h-u)^6 - 8\cdot\frac{1}{2}(h-u)^5 h + 8.7.\frac{1}{12}(h-u)^4 h^2 -$$

$$-8\cdot 7\cdot 6.5\frac{1}{720}(h-u)^2 h^4 + \frac{2}{3}h^6\Big\}(h-u)^2 f^{\text{IX}}(x+u)\,du \;\ldots\; (4^a).$$

On a ici

$$\varphi(h-u) = \frac{1}{3}\{u(h-u)\}^2\{3(h-u)^2u^2 + h^2u(h-u) + 2h^4\},$$

fonction qui reste toujours positive entre les limites 0 et h de u. Puis on a pour le maximum

$$\varphi'(h-u) = (h-u)\,u\,(h-2u)\,\{3(h-u)^2u^2 + h^4\} = 0;$$

donc entre ces limites il n'y a qu'une seule racine $u = \frac{1}{2}h$, qui donne pour le maximum

$$\frac{1}{3}\cdot\frac{1}{4}h^2\cdot\frac{1}{4}h^2\Big\{3\cdot\frac{1}{4}h^2\cdot\frac{1}{4}h^2 + 4h^2\cdot\frac{1}{2}h^2\cdot\frac{1}{2}h + 2h^4\Big\} = \frac{17}{256}h^8.$$

Par conséquent le second membre devient d'après (b)

$$=\frac{1}{40320}\cdot\frac{17}{256}h^8\,\theta\int_0^h f^{\text{IX}}(h+u)\,du =$$

$$=\frac{17}{10321920}h^8\,\theta\,\{f^{\text{VIII}}(x+h) - f^{\text{VIII}}(x)\}; \;\ldots\; (4^b)$$

ou bien d'après (d)

$$=\frac{1}{40320}f^{\text{IX}}(x+\theta h).\int_0^h \Big\{(h-u)^8 - 4(h-u)^7 h + \frac{14}{3}(h-u)^6h^2 -$$

$$-\frac{7}{8}(h-u)^4h^4 + \frac{2}{3}(h-u)^2h^6\Big\}\,du =$$

$$= \frac{1}{40320} f^{\mathrm{IX}}(x+\theta h) . \left\{ -\frac{1}{9}(h-u)^9 + \frac{1}{2} h (h-u)^8 - \frac{2}{3} h^2 (h-u)^7 + \right.$$

$$\left. + \frac{7}{15} h^4 (h-u)^5 - \frac{2}{9} h^6 (h-u)^3 \right\}_0^h = \frac{1}{40320} f^{\mathrm{IX}}(x+\theta h) . \left(\frac{1}{30} h^9 \right) =$$

$$= \frac{1}{1209600} h^9 f^{\mathrm{IX}}(x+\theta h) \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (4^c).$$

Enfin l'équation (5) est de la forme:

$$\{ f(x+h) - f(x) \} - \frac{1}{2} h \{ f^{\mathrm{I}}(x+h) - f^{\mathrm{I}}(x) \} + \frac{1}{12} h^2 \{ f^{\mathrm{II}}(x+h) - f^{\mathrm{II}}(x) \} -$$

$$- \frac{1}{720} h^4 \{ f^{\mathrm{IV}}(x+h) - f^{\mathrm{IV}}(x) \} + \frac{1}{30240} h^6 \{ f^{\mathrm{VI}}(x+h) - f^{\mathrm{VI}}(x) \} -$$

$$- \frac{1}{1209600} h^8 \{ f^{\mathrm{VIII}}(x+h) - f^{\mathrm{VIII}}(x) \} - h f^{\mathrm{I}}(x) =$$

$$= \frac{1}{3628800} \int_0^h \left\{ (h-u)^8 - 10 \cdot \frac{1}{2} (h-u)^7 h + 10 \cdot 9 \cdot \frac{1}{12} (h-u)^6 h^2 - \right.$$

$$- 10 \cdot 9 \cdot 8 \cdot 7 \cdot \frac{1}{720} (h-u)^4 h^4 + 10 \cdot 9 \cdot 8 \cdot 7 \cdot 6 \cdot 5 \cdot \frac{1}{30240} (h-u)^2 h^6 -$$

$$\left. - \frac{3}{2} h^8 \right\} (h-u)^2 f^{\mathrm{XI}}(x+u)\, du \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (5^a).$$

Dans ce cas on a

$$\varphi(h-u) = -\tfrac{1}{2} \{ u(h-u) \}^2 \{ 2(h-u)^3 u^3 + 5(h-u)^2 h^2 u^2 +$$
$$+ 6(h-u) h^4 u + 3h^6 \},$$

forme algébrique qui ne devient jamais positive entre les limites de l'intégration. Afin d'en déterminer le maximum, prenons

$$\varphi'(h-u) = (h-u) u (h-2u) \{ 5(h-u)^3 u^3 + 10(h-u)^2 h^2 u^2 +$$
$$+ 9(h-u) h^4 u + 3h^6 \} = 0;$$

$h-2u$ est ici le seul facteur qui s'évanouisse entre les limites 0 et h de u; donc on a $u = \frac{1}{2} h$, et pour le maximum lui-même:

$$-\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} h^2 \cdot \frac{1}{4} h^2 \cdot \left(\frac{2}{8} h^3 \cdot \frac{1}{8} h^3 + \frac{5}{4} h^2 . h^2 . \frac{1}{4} h^2 + \frac{6}{2} h . h^4 . \frac{1}{2} h + 3h^6 \right) = -\frac{155}{1024} h^{10}.$$

Par suite le second membre devient suivant (b)

$$-\frac{1}{3628800} \cdot \frac{155}{1024} h^{10} \theta \int_0^h f^{\mathrm{XI}}(x+u)\, du =$$

$$= -\frac{31}{748178240} h^{10} \theta \{ f^{\mathrm{X}}(x+h) - f^{\mathrm{X}}(x) \} ; \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (5^b).$$

et suivant (d)

$$=\frac{1}{3628800}f^{\mathrm{XI}}(x+\theta h).\int_0^h\{(h-u)^{10}-5(h-u)^9h+\frac{15}{2}(h-u)^8h^2-$$

$$-7(h-u)^6h^4+5(h-u)^4h^6-\frac{3}{2}(h-u)^2h^8\}du=$$

$$=\frac{1}{3628800}f^{\mathrm{XI}}(x+\theta h).\Big\{-\frac{1}{11}(h-u)^{11}+\frac{1}{2}(h-u)^{10}h-\frac{5}{6}(h-u)^9h^2+$$

$$+(h-u)^7h^4-(h-u)^5h^6+\frac{1}{2}(h-u)^3h^8\Big\}_0^h=$$

$$=\frac{1}{3628800}f^{\mathrm{XI}}(x+\theta h).\left(-\frac{5}{66}h^{11}\right)=$$

$$=-\frac{1}{47900160}h^{11}f^{\mathrm{XI}}(x+\theta h)\,..\;(5^c).$$

Quant à ces corrections (1^c), (2^c), (3^c), 4^c), (5^c), faisons remarquer qu'elles exigent la condition que $f(x+u)$ ne change pas de signe entre les limites 0 et u de h, tandis que les autres corrections (1^b), (2^b), (3^b), (4^b), (5^b) valent toujours.

5. Les mêmes réductions peuvent s'appliquer aux équations (6) à (10); car, quoique dans la discussion on ait toujours employé la seule équation (5), on aurait pu employer tout ainsi bien une des équations antérieures (4), (3), (2) ou (1).

Quant à la formule (6), son premier membre ne diffère pas de la formule (1); ainsi les corrections (1^a), (1^b), (1^c) valent ici, et l'on a

$$\{f(x+h)-f(x)\}-\frac{1}{2}h\,\{f^{\mathrm{I}}(x+h)+f^{\mathrm{I}}(x)\}=$$

$$=\frac{1}{2}\int_0^h\{(h-u)-h\}\,(h-u)f^{\mathrm{III}}(x+u)\,du\;...\;(6^a).$$

$$=-\frac{1}{8}h^2\theta\,\{f^{\mathrm{II}}(x+h)-f^{\mathrm{II}}(x)\}\,...\,(6^b)=-\frac{1}{12}h^3f^{\mathrm{III}}(x+h\theta)\,...\,(6^c).$$

Pour avoir la correction de la formule (7), il faut diminuer la formule (2^a) du produit de $\frac{1}{12}h^2$ par (6^a), après y avoir changé $f(z)$ en $f^{\mathrm{II}}(z)$; alors on obtient:

$$\{f(x+h)-f(x)\}-\frac{1}{2}h.\{f^{\mathrm{I}}(x+h)+f^{\mathrm{I}}(x)\}+\frac{1}{24}h^3\{f^{\mathrm{III}}(x+h)+f^{\mathrm{III}}(x)\}=$$

$$=\frac{1}{24}\int_0^h(h-u)f^{\mathrm{V}}(x+u)\,du\{(h-u)^3-2(h-u)^2h+(h-u)h^2-$$

$$-(h-u)h^2+h^3\}=$$

$$=\frac{1}{24}\int_0^h(h-u)f^{\mathrm{V}}(x+u)\,du\{(h-u)^3-2(h-u)^2h+h^3\}\quad . \; . \; (7^a).$$

Ici l'on a

$$\varphi\ (h-u)=u\ (h-u)\ \{(h-u)\ u+h^2\},$$

toujours positif. Puis pour le maximum

$$\varphi'\ h-u)=-(h-2u)\ \{2\ (h-u)\ u+h^2\}=0,$$

qui s'évanouit entre les limites 0 et h pour la seule valeur $u=\frac{1}{2}h$; ainsi le maximum lui-même sera

$$\frac{1}{2}h.\frac{1}{2}h\left\{\frac{1}{2}h.\frac{1}{2}h+h^2\right\}=\frac{5}{16}h^4.$$

Par conséquent le second membre devient selon (b)

$$=\frac{1}{24}\cdot\frac{5}{16}h^4\,\theta\int_0^h f^{\mathrm{V}}(x+h)du=\frac{5}{384}\theta\,h^4\{f^{\mathrm{IV}}(x+h)-f^{\mathrm{IV}}(x)\};\,.\,.\,(7^b)$$

ou bien selon (d)

$$=\frac{1}{24}f^{\mathrm{V}}(x+\theta h).\left\{-\frac{1}{5}(h-u)^5+\frac{1}{2}(h-u)^2h^3\right\}_0^h=$$

$$=\frac{1}{24}f^{\mathrm{V}}(x+\theta h).\left\{\frac{1}{5}h^5\right\}=\frac{1}{120}h^5f^{\mathrm{V}}(x+\theta h)\;.\;.\;.\;(7^c).$$

Cherchons de même la correction de la formule (8). Diminuons la valeur (3^a) de $\frac{1}{12}h^2$ fois (2^a), après y avoir changé $f(z)$ en $f^{\mathrm{II}}(z)$; et ajoutons à cette différence le produit $\frac{1}{120}h^4$ fois (6^a), où $f(z)$ a été changée en $f^{\mathrm{IV}}(z)$. Il vient alors:

$$\{f(x+h)-f(x)\}-\frac{1}{2}h\{f^{\mathrm{I}}(x+h)+f^{\mathrm{I}}(x)\}+\frac{1}{24}h^3\{f^{\mathrm{III}}(x+h)+f^{\mathrm{III}}(x)\}-$$

$$-\frac{1}{240}h^5\{f^{\mathrm{V}}(x+h)+f^{\mathrm{V}}(x)\}=$$

$$=\frac{1}{720}\int_0^h (h-u) f^{\mathrm{VII}}(x+u)\,du\,\{(h-u)^5 - 3(h-u)^4 h +$$

$$+\frac{5}{2}(h-u)^3 h^2 \qquad\qquad -\frac{1}{2}(h-u) h^4 -$$

$$-\frac{5}{2}(h-u)^3 h^2 + 5(h-u)^2 h^3 - \frac{5}{2}(h-u) h^4 +$$

$$+3(h-u) h^4 - 3h^5\}$$

$$=\frac{1}{720}\int_0^h (h-u) f^{\mathrm{VII}}(x+u)\,du\,\{(h-u)^5 - 3(h-u)^4 h +$$

$$+5(h-u)^2 h^3 - 3h^5\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (8^a).$$

Maintenant on a

$$\varphi(h-u) = -u(h-u)\{(h-u)^2 u^2 + 3(h-u)u h^2 + 3h^4\},$$

qui reste toujours négatif. Pour en déduire le maximum, on trouvera

$$\varphi'(h-u) = 3(h-2u)\{(h-u)^2 u^2 + 9(h-u) u h^2 + h^4\} = 0,$$

qui a la seule racine utile $u = \frac{1}{2} h$; ainsi l'on obtiendra pour le maximum:

$$-\frac{1}{2}h \cdot \frac{1}{2}h \cdot \left\{\frac{1}{4}h^2 \cdot \frac{1}{4}h^2 + \frac{3}{2}h . \frac{1}{2}h . h^2 + 3h^4\right\} = -\frac{61}{64}h^6.$$

Dès lors notre second membre devient d'après (b)

$$=\frac{1}{720}\cdot\frac{-61}{64}h^6\ \theta\int_0^h f^{\mathrm{VII}}(x+u)\,du =$$

$$=-\frac{61}{46080}h^6\,\theta\,\{f^{\mathrm{VI}}(x+h) - f^{\mathrm{VI}}(x)\}; \quad \ldots\ldots \quad (8^b).$$

ou d'après (d)

$$=\frac{1}{720}f^{\mathrm{VII}}(x+\theta h).\left\{-\frac{1}{7}(h-u)^7 + \frac{1}{2}(h-u)^6 h - \frac{5}{4}(h-u)^4 h^3 +\right.$$

$$\left.+\frac{3}{2}(h-u)^2 h^5\right\}_0^h = \frac{1}{720}f^{\mathrm{VII}}(x+\theta h).\left\{-\frac{17}{28}h^7\right\} =$$

$$=-\frac{17}{20160}h^7 f^{\mathrm{VII}}(x+\theta h) \quad \ldots\ldots \quad (8^c).$$

La correction pour l'équation (9) se trouve en ajoutant à (4^a) le produit de (3^a) par $-\frac{1}{12}h^2$, puis de (2^a) par $\frac{1}{120}h^4$, enfin de (6^a) par $\frac{-17}{20160}h^6$, après que l'on a eu soin de remplacer $f(z)$ dans l'équation (3^a) par $f^{\mathrm{II}}(z)$, dans (2^a) par $f^{\mathrm{IV}}(z)$ et dans (6^a) par $f^{\mathrm{VI}}(z)$. De cette manière on obtient:

$$\{f(x+h)-f(x)\}-\frac{1}{2}h\{f^{\mathrm{I}}(x+h)+f^{\mathrm{I}}(x)\}+\frac{1}{24}h^3\{f^{\mathrm{III}}(x+h)+f^{\mathrm{III}}(x)\}-$$

$$-\frac{1}{240}h^5\{f^{\mathrm{V}}(x+h)+f^{\mathrm{V}}(x)\}+\frac{17}{40320}h^7\{f^{\mathrm{VII}}(x+h)+f^{\mathrm{VII}}(x)\}=$$

$$=\frac{1}{40320}\int_0^h (h-u)\,f^{\mathrm{IX}}(x+u)\,du\,\Big\{(h-u)^7-4(h-u)^6h+$$

$$+\frac{14}{3}(h-u)^5h^2 \qquad -\frac{7}{3}(h-u)^3h^4 \qquad +\frac{2}{3}(h-u)h^6$$

$$-\frac{14}{3}(h-u)^5h^2+14(h-u)^4h^3-\frac{35}{3}(h-u)^3h^4 \qquad +\frac{7}{3}(h-u)h^6$$

$$+6(h-u)^3h^4-28(h-u)^2h^5+14(h-u)h^6$$

$$-17(h-u)h^6+17h^7\Big\}$$

$$=\frac{1}{40320}\int_0^h (h-u)\,f^{\mathrm{IX}}(x+u)\,du\,\{(h-u)^7-4(h-u)^6h+$$

$$+14(h-u)^4h^3-28(h-u)^2h^5+17h^7\}\;\ldots\ldots\;(9^a).$$

On trouve ici

$$\varphi(h-u)=-u(h-u)\{-(h-u)^3u^3-6(h-u)^2u^2h^2-17(h-u)uh^4-17h^6\},$$

qui est toujours positif. Pour le maximum il est donc nécessaire que

$$\varphi'(h-u)=(h-2u)\{4(h-u)^3u^3+18(h-u)^2u^2h^2+34(h-u)uh^4+17h^6\}$$

s'annule; et cela n'arrivera que pour le cas de $u=\frac{1}{2}h$. Pour cette valeur on à pour le maximum lui-même

$$\frac{1}{2}h\cdot\frac{1}{2}h\cdot\Big\{\frac{1}{8}h^3\cdot\frac{1}{8}h^3+6\cdot\frac{1}{4}h^2\cdot\frac{1}{4}h^2\cdot h^2+17\cdot\frac{1}{2}h\cdot\frac{1}{2}h\cdot h^4+$$

$$+17h^6\Big\}=\frac{1385}{256}h^8.$$

Le second membre de (9^a) se transformera donc par (b) en:

$$=\frac{1}{40320}\frac{1385}{256}h^3\,\theta\int_0^h f^{\mathrm{IX}}(x+h)\,du=$$

$$=\frac{277}{2064384}\theta\, h^8\,\{f^{\mathrm{VIII}}(x+h)-f^{\mathrm{VIII}}(x)\};\quad\ldots\quad(9^b)$$

ou bien par (d) en:

$$=\frac{1}{40320}f^{\mathrm{IX}}(x+\theta h).\Big\{-\frac{1}{9}(h-u)^9+\frac{1}{2}(h-u)^8 h-$$

$$-\frac{7}{3}(h-u)^6h^3+7(h-u)^4h^5-17(h-u)^2h^7\Big\}_0^h=$$

$$=\frac{1}{40320}f^{\mathrm{IX}}(x+\theta h).\Big\{\frac{31}{9}h^9\Big\}=\frac{31}{362880}h^9 f^{\mathrm{IX}}(x+\theta h)\quad..\quad(9^c).$$

Enfin, calculons toujours de la même manière la correction de la formule (10). A cet effet changeons dans les équations (4^a), (3^a), (2^a) et (6^a) la fonction $f(z)$ respectivement en $f^{\mathrm{II}}(z)$, $f^{\mathrm{IV}}(z)$, $f^{\mathrm{VI}}(z)$ et $f^{\mathrm{VIII}}(z)$; multiplions ces résultats respectivement par $-\frac{1}{12}h^2$, $+\frac{1}{120}h^4$, $-\frac{17}{20160}h^6$ et $+\frac{31}{362880}h^8$; ajoutons tous les produits obtenus à l'équation (5^a). On obtiendra de cette manière:

$$\{f(x+h)-f(x)\}-\frac{1}{2}h\{f^{\mathrm{I}}(x+h)+f^{\mathrm{I}}(x)\}+\frac{1}{24}h^3\{f^{\mathrm{III}}(x+h)+f^{\mathrm{III}}(x)\}-$$

$$-\frac{1}{240}h^5\{f^{\mathrm{V}}(x+h)+f^{\mathrm{V}}(x)\}+\frac{17}{40320}h^7\{f^{\mathrm{VII}}(x+h)+f^{\mathrm{VII}}(x)\}-$$

$$-\frac{31}{725760}h^9\{f^{\mathrm{IX}}(x+h)+f^{\mathrm{IX}}(x)\}=$$

$$=\frac{1}{3628800}\int_0^h(h-u)f^{\mathrm{XI}}(x-u)\,du\Big\{(h-u)^9-5(h-u)^8h+$$

$$+\frac{15}{2}(h-u)^7h^2\qquad-7(h-u)^5h^4+5(h-u)^3h^6-\frac{3}{2}(h-u)h^8$$

$$-\frac{15}{2}(h-u)^7h^2+30(h-u)^6h^3-35(h-u)^5h^4+\frac{35}{2}(h-u)^3h^6-5(h-u)h^8$$

$$-126(h-u)^4h^5 \quad +42(h-u)^5h^4+105(h-u)^3h^6-21(h-u)h^8$$

$$+255(h-u)^2h^7 \quad -\frac{255}{2}(h-u)^3h^6-\frac{255}{2}(h-u)h^8$$

$$+155(h-u)h^8-155h^9\}$$

$$=\frac{1}{362880}\int_0^h (h-u)f^{\mathrm{XI}}(x+u)du\,\{(h-u)^9-5(h-u)^8h+30(h-u)^6h^3-$$

$$-126(h-u)^4h^5+255(h-u)^2h^7-155h^9\} \quad . \; . \; . \; . \; . \; (10^a).$$

Puisque l'on a ici

$$\varphi(h-u)=-(h-u)\{(h-u)^4u^4+10(h-u)^3u^3h^2+55(h-u)^2u^2h^4+$$

$$+155(h-u)uh^6+155h^8\},$$

valeur qui est toujours négative, on peut en discuter le maximum. En premier lieu on voit que

$$\varphi'(h-u)=5(h-2u)\{(h-u)^4u^4+8(h-u)^3u^3h^2+33(h-u)^2u^2h^4+$$

$$+62(h-u)uh^6+31h^8\}=0$$

n'a d'autre racine utile, entre les limites 0 et h de u, que $u=\frac{1}{2}h$. Pour cette valeur on obtient le maximum

$$-\frac{1}{2}h\,.\,\frac{1}{2}h\,.\,\Big\{\frac{1}{16}h\,.\,\frac{1}{16}h^4+\frac{10}{8}h^3.\frac{1}{8}h^3.h^2+\frac{55}{4}h^2.\frac{1}{4}h^2.h^4+$$

$$+\frac{155}{2}h\,.\,\frac{1}{2}h\cdot h^6+155h^8\Big\}=-\frac{40025}{1024}h^{10}.$$

Alors le second membre devient suivant (b)

$$=\frac{1}{3628800}\cdot\frac{-40025}{1024}h^{10}\,\theta\int_0^h f^{\mathrm{X}}(x+u)\,du=$$

$$=-\frac{1601}{148625648}h^{10}\,\theta\,\{f^{\mathrm{X}}(x+h)-f^{\mathrm{X}}(x)\}\,; \quad . \; . \; . \; (10^b),$$

tandis que ce même membre devient par (d)

$$=\frac{1}{3628800}f^{\mathrm{XI}}(x+\theta h).\Big\{-\frac{1}{11}(h-u)^{11}+\frac{1}{2}(h-u)^{10}h-$$

$$-\frac{15}{4}(h-u)^8h^3+21(h-u)^6h^5-\frac{255}{4}(h-u)^4h^7+\frac{155}{2}(h-u)^2h^6\Big\}_0^h=$$

$$= \frac{1}{3628800} f^{\mathrm{XI}}(x+\theta h). \Big\{ - \frac{691}{22} h^{11} \Big\} =$$

$$= - \frac{691}{79833600} h^{11} f^{\mathrm{XI}}(x+\theta h) \ldots\ldots\ldots\ldots (10^c).$$

Il s'ensuit de cette discussion que tous les termes à coefficients h^2, h^4, h^6, h^8 disparaissent des corrections, lorsqu'on cherche à en déduire la première forme (7^a), (8^a), (9^a), (10^a). Par conséquent toutes les fonctions $\varphi(h-u)$ acquièrent le facteur u, et toutes les fonctions $\varphi'(h-u)$ le facteur $(h-2u)$, tout comme on l'a vu au N°. 4. Par une autre analogie avec les résultats de ce N°. 4, on a ici le phénomène intéressant qu'entre les limites 0 et h de u la fonction $\varphi(h-u)$ n'a qu'un seul maximum.

6. L'antithèse que l'on a fait remarquer à la fin du N°. 3 entre les résultats (1) à (5) du N°. 2 et les résultats (6) à (10), du N°. 3, ne se retrouve plus ici dans les corrections de ces mêmes formules, telles qu'elles viennent d'être déduites aux N°s. 4 et 5. Dans les deuxièmes, marquées de la lettre b, on a des puissances paires de h, multipliées par des différences de dérivées de même ordre des fonctions $f(x+h)$ et $f(x)$. Dans les troisièmes formules, désignées par la lettre c, on n'a que des différentielles d'ordre impair de la fonction $f(x+\theta h)$, multipliées par des puissances impaires de h.

Ainsi nous avons atteint notre but, le développement de la différence $f(x+h) - f(x)$ de deux manières essentiellement différentes, et la discussion de la faute que l'on commet chaque fois en s'arrêtant à un terme quelconque, ou de la correction qu'il faut y ajouter dans ce cas.

Mais maintenant nous pourrons en déduire d'autres formules très-commodes pour la quadrature approchée d'une courbe plane. Pour ne pas devenir trop longs nous ne transformerons que les équations (5) et (10); puisque, pour les autres formules, on trouverait les résultats en négligeant quelques-uns des derniers termes.

7. Commençons par substituer dans l'équation (5) successivement pour x:

$$a,\ a+h,\ a+2h,\ \ldots\ a+(n-1)h;\ \ldots\ldots \quad (e)$$

alors pour la dernière substitution on a $x+h=a+nh$, soit $=b$, d'où il s'ensuit $h=\frac{b-a}{n}$ . . . . (f).

Ajoutons les résultats de cette substitution; on verra qu'il y a beaucoup de termes qui se détruisent, et qu'il nous reste

$$f(b)-f(a)=\Big[\frac{1}{2}h\,\{f^{\mathrm{I}}(b)-f^{\mathrm{I}}(a)\}-\frac{1}{12}h^2\,\{f^{\mathrm{II}}(b)-f^{\mathrm{II}}(a)\}+$$
$$+\frac{1}{720}h^4\,\{f^{\mathrm{IV}}(b)-f^{\mathrm{IV}}(a)\}-\frac{1}{30240}h^6\,\{f^{\mathrm{VI}}(b)-f^{\mathrm{VI}}(a)\}+$$
$$+\frac{1}{1209600}h^8\,\{f^{\mathrm{VIII}}(b)-f^{\mathrm{VIII}}(a)\}\ldots\Big]+$$
$$+h\,\{f^{\mathrm{I}}(a)+f^{\mathrm{I}}(a+h)+f^{\mathrm{I}}(a+2h)+\ldots+f^{\mathrm{I}}(a+[n-2]h)+$$
$$+f^{\mathrm{I}}(b-h)\}+\mathrm{R}\ \ldots\ldots\ldots \quad (11).$$

Selon que dans la partie entre crochets, au second membre, on prend un, deux, trois ou quatre termes, on retombe sur les résultats qu'auraient fournis les équations (1), (2), (3) ou (4). Pour les corrections respectives, on les trouve au N⁰. 4; elles sont de la forme générale

$$(-1)^k\,Ah^{2k}\,\theta\,\{f^{2k}(x+h)-f^{2k}(x)\}\ \ldots\ldots\ldots \quad (11^a).$$

et

$$(-1)^k\,Bh^{2k+1}\,f^{2k+1}\,(x+\theta\,h)\ \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (11^b).$$

Comme la première correction (11^a) peut, à cause de $0<\theta<1$, être regardée comme

moindre que $(-1)^k\,Ah^{2k}\,\{f^{2k}(x+h)-f^{2k}(x)\}$,

l'addition, après qu'on aura substitué les valeurs (e), donnera ici pour la correction totale de (11):

R_1 moindre que $(-1)^k\,Ah^{2k}\,\{f^{2k}(b)-f^{2k}(a)\}$,

ou bien

$$\mathrm{R}_1=(-1)^k\,Ah^{2k}\,\theta\,\{f^{2k}(b)-f^{2k}(a)\}\ \ldots\ldots\ldots \quad (11^c).$$

Pour la deuxième correction, — qui ne vaut que dans le cas où $f^{2k+1}(x+u)$ ne change pas de signe entre les limites 0 et h de u, — il faut additionner les quantités

$f^{2k+1}(a+\theta h)$, $f^{2k+1}(a+[\theta+1)h]$, ..$f^{2k+1}(a+[\theta+n-1]h)$,
Soit G_{2k+1} la plus grande de ces dérivées $f^{2k+1}(q)$ pour q entre les limites a et b; puisqu'on a $a < a+\theta h$ et $a+(\theta+n-1)h < a+nh < b$, cette somme reste moindre que $n.\ G_{2k+1}$, et par suite la correction devient

$$R_2 = (-1)^k Bh^{2k+1}\theta n G_{2k+1} = (-1)^k Bh(b-a)h^{2k}\theta G_{2k+1} =$$
$$= (-1)^k B\frac{(b-a)^{2k+1}}{n^{2k}}\theta G_{2k+1} \quad \ldots\ldots\ldots (11^d).$$

Substituons les mêmes valeurs (e) de x dans l'équation (10) et ajoutons les résultats. Ici il n'y pas de termes qui se détruisent, et l'on trouve:

$$f(b)-f(a) = \frac{1}{2}h\{f^{\text{I}}(a)+2f^{\text{I}}(a+h)+2f^{\text{I}}(a+2h)+.+2f^{\text{I}}(b-h)+f^{\text{I}}(b)\} -$$
$$-\frac{1}{24}h^3\{f^{\text{III}}(a)+2f^{\text{III}}(a+h)+2f^{\text{III}}(a+2h)+.+2f^{\text{III}}(b-h)+f^{\text{III}}(b)\}+$$
$$+\frac{1}{240}h^5\{f^{\text{V}}(a)+2f^{\text{V}}(a+h)+2f^{\text{V}}(a+2h)+..+2f^{\text{V}}(b-h)+f^{\text{V}}(b)\}-$$
$$-\frac{17}{40320}h^7\{f^{\text{VII}}(a)+2f^{\text{VII}}(a+h)+2f^{\text{VII}}(a+2h)+.+2f^{\text{VII}}(b-h)+$$
$$+f^{\text{VII}}(b)\}+$$
$$+\frac{31}{725760}h^9\{f^{\text{IX}}(a)+2f^{\text{IX}}(a+h)+2f^{\text{IX}}(a+2h)+\ldots$$
$$+2f^{\text{IX}}(b-h)+f^{\text{IX}}(b)\}+R' \quad \ldots\ldots (12).$$

Pour avoir les résultats que donneraient les équations (9), (8), (7) et (6), il faut nécessairement négliger ou le cinquième terme, ou encore le quatrième, ou encore le troisième, ou enfin encore le deuxième terme dans le second membre de l'équation (12). Les corrections respectives ont été déduites au N°. 5; elles ont ici la forme générale

$$(-1)^k Ch^{2k}\theta\{f^{2k}(x+h)-f^{2k}(x)\} \quad \ldots\ldots (12^a)$$

et

$$(-1)^k Dh^{2k+1}f^{2k+1}(x+\theta h) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (12^b).$$

Elles sont de la même forme que les précédentes (11^a) et (11^b):

par conséquent on a ici, tout à fait de même, les résultats réduits (11^c) et (11^d).

8. On peut encore changer le résultat (11) de telle façon qu'il acquière la forme de la formule de Simpson. A cet effet prenons dans (11), une première fois $b = a + 2n \,.\, h$, une autre fois $b = a + n \,.\, 2h$; nous aurons:

$$f(b) - f(a) = \frac{1}{2} h \left\{ f^{\mathrm{I}}(a) + 2f^{\mathrm{I}}(a+h) + 2f^{\mathrm{I}}(a+2h) + \ldots \right.$$
$$\left. + 2f^{\mathrm{I}}(a + [2n-2]h) + 2f^{\mathrm{I}}(b-h) + f^{\mathrm{I}}(b) \right\} -$$
$$- \frac{1}{12} h^2 \left\{ f^{\mathrm{II}}(b) - f^{\mathrm{II}}(a) \right\} + \frac{1}{720} h^4 \left\{ f^{\mathrm{IV}}(b) - f^{\mathrm{IV}}(a) \right\} -$$
$$- \frac{1}{30240} h^6 \left\{ f^{\mathrm{VI}}(b) - f^{\mathrm{VI}}(a) \right\} + \frac{1}{1209600} h^8 \left\{ f^{\mathrm{VIII}}(b) - f^{\mathrm{VIII}}(a) \right\} + \mathrm{R}_{2n},$$

$$f(b) - f(a) = \frac{1}{2} . 2h \left\{ f^{\mathrm{I}}(a) + 2f^{\mathrm{I}}(a+2h) + 2f^{\mathrm{I}}(a+4h) + \ldots \right.$$
$$\left. + 2f^{\mathrm{I}}(a + [2n-4]h) + 2f^{\mathrm{I}}(b-2h) + f^{\mathrm{I}}(b) \right\} -$$
$$- \frac{1}{12} . 4h^2 \left\{ f^{\mathrm{II}}(b) - f^{\mathrm{II}}(a) \right\} + \frac{1}{720} . 16\, h^4 \left\{ f^{\mathrm{IV}}(b) - f^{\mathrm{IV}}(a) \right\} -$$
$$- \frac{1}{30240} . 64\, h^6 \left\{ f^{\mathrm{VI}}(b) - f^{\mathrm{VI}}(a) \right\} +$$
$$+ \frac{1}{1209600} . 256\, h^8 \left\{ f^{\mathrm{VIII}}(b) - f^{\mathrm{VIII}}(a) \right\} + \mathrm{R}_n.$$

Soustrayons le second résultat du quadruple du premier résultat, et divisons par 3; nous trouvons

$$f(b) - f(a) = \frac{1}{3} \Big[h \left\{ f^{\mathrm{I}}(a) + 4f^{\mathrm{I}}(a+h) + 2f^{\mathrm{I}}(a+2h) + 4f^{\mathrm{I}}(a+3h) + \right.$$
$$\left. + 2f^{\mathrm{I}}(a+4h) + \ldots + 2f^{\mathrm{I}}(b-2h) + 4f^{\mathrm{I}}(b-h) + f^{\mathrm{I}}(b) \right\} -$$
$$- \frac{1}{60} h^4 \left\{ f^{\mathrm{IV}}(b) - f^{\mathrm{IV}}(a) \right\} + \frac{1}{504} h^6 \left\{ f^{\mathrm{VI}}(b) - f^{\mathrm{VI}}(a) \right\} -$$
$$- \frac{17}{80640} h^8 \left\{ f^{\mathrm{VIII}}(b) - f^{\mathrm{VIII}}(a) \right\} + (4\,\mathrm{R}_{2n} - \mathrm{R}_n) \Big] ; \ldots (13)$$

où le coefficient de $h^2 \left\{ f^{\mathrm{II}}(b) - f^{\mathrm{II}}(a) \right\}$ s'est évanoui, de sorte que ce terme a disparu.

Quant à la correction, elle devient par l'entremise de la formule (11^d),

$$4\,R^{2n} - R_n = (-1)^k\, B\,\theta\, G_{2k+1} \left\{ \frac{(2n\cdot h)^{2k+1}}{(2n)^{2k}}\, 4 - \frac{(n\cdot 2h)^{2k+1}}{(n)^{2k}} \right\} =$$

$$= (-1)^{k-1}\, B\,\theta\, \frac{(b-a)^{2k+1}}{n^k}\, \frac{2^{2k-2}-1}{2^{2k-2}} \quad \ldots\ldots \; (13^a).$$

Ici l'on a partout $h = \dfrac{b-a}{2n}$ . . . . (g).

Si l'on voulait assujettir l'équation (11) à la même réduction, le résultat deviendrait bien compliqué, et encore le terme à coefficient h^2 ne disparaîtrait plus. C'est pourquoi nous ne nous en occuperons pas.

SUR QUELQUES

INTÉGRALES DÉFINIES A FACTEUR

e^{qx^p}, $Cos\,(qx^p)$ et $Sin\,(qx^p)$,

PAR

D. BIERENS DE HAAN.

(*Verslagen en Mededeelingen*, 2e Série, T. 7, p. 12.)

Prenons dans les trois intégrales connues [1])

$$\int_0^\infty e^{-qx}\,x^{p-1}\,dx = \frac{1}{q^p}\,\Gamma\,(p),$$

$$\int_0^\infty e^{-qx}\,Cos\,rx\,.\,x^{p-1}\,dx = \tfrac{1}{2}\,[(q-ri)^{-p}+(q+ri)^{-p}]\,\Gamma\,(p)\;\ldots\ldots(a)$$

$$= \frac{\Gamma\,(p)}{(q^2+r^2)^{\frac{1}{2p}}}\,Cos\left(p\,Arctg\,\frac{r}{q}\right),$$

$$\int_0^\infty e^{-qx}\,Sin\,rx\,.\,x^{p-1}\,dx = \tfrac{1}{2}\,[(q-ri)^{-p}-(q+ri)^{-p}]\,\Gamma\,(p)\;\ldots\ldots(b)$$

$$= \frac{\Gamma\,(p)}{(q^2+r^2)^{\frac{1}{2p}}}\,Sin\left(p\,Arctg\,\frac{r}{q}\right),$$

{où partout $q > 0$ et $p \geqq 1$},

---

[1]) Voir *Exposé de la théorie des propriétés etc. des Intégrales Définies.* Amst. 1862 (= Verh. Kon. Akad. v. Wetensch., Afd. Natuurk., Dl. 8), page 439 et 440.

en premier lieu $x^p = y$ et ensuite $p = \frac{1}{p}$, nous aurons

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\, dx = \frac{1}{pq^{\frac{1}{p}}}\Gamma\left(\frac{1}{p}\right) = \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{q^{\frac{1}{p}}}, \dots\dots\dots\dots (1)$$

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\, Cos\,(rx^p)dx = \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{(q^2+r^2)^{\frac{1}{2p}}} \cdot Cos\left(\frac{1}{p} Arctg\, \frac{r}{q}\right), \dots\dots (2)$$

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\, Sin\,(rx^p)dx = \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{(q^2+r^2)^{\frac{1}{2p}}} \cdot Sin\left(\frac{1}{p} Arctg\, \frac{r}{q}\right); \dots\dots (3)$$

où, de même que dans ce qui va suivre, l'on a toujours $p \geqq 1$.

Ces formules ne contiennent plus de facteur algébrique: la première est déjà connue pour $q = 1$ [2]). Dans les dernières il est permis de prendre $q = 0$, puisque les deux dernières des formules citées valent encore dans ce cas [3]): donc on aura

$$\int_0^\infty Cos\,(rx^p)\, dx = \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{r^{\frac{1}{p}}}\; Cos\, \frac{\pi}{2p}, \dots\dots\dots\dots\dots (4)$$

$$\int_0^\infty Sin\,(rx^p)\, dx = \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{r^{\frac{1}{p}}}\; Sin\, \frac{\pi}{2p}; \dots\dots\dots\dots\dots (5)$$

qui pour $p = 2$ sont de nouveau connues [4]).

Ces intégrales sont susceptibles d'être soumises à la méthode de la différentiation sous le signe d'intégration, par rapport à quelque constante qui se trouve dans la fonction à intégrer: la „*differentiatio de curva in curvam*" de Leibnitz; et cela avec

---

[2]) *Nouv. Tables d'Intégrales Définies.* Leide, 1867, Table 26, N°. 4.

[3]) *Exposé de la théorie etc.*, p. 442.

[4]) *Nouv. Tables d'Intégrales Définies*, Table 70, N°. 1, 2.

d'autant plus de facilité que les limites de nos intégrales ne dépendent pas des constantes, qui s'y trouvent.

Commençons par la différentiation selon la constante q dans les intégrales (1), (2) et (3): et observons que l'on peut éluder des réductions et des résultats assez compliqués, en substituant dans les seconds membres des équations (2) et (3) aux coefficients du facteur $\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)$ leurs valeurs, qui se trouvent dans les équations (a) et (b). Ainsi nous obtiendrons

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\ x^p\ dx = \frac{1}{pq^{\frac{1}{p}+1}}\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right), \quad \ldots\ldots\ldots (6)$$

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\,Cos\,(rx^p)\,.\,x^p\,dx = \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{p(q^2+r^2)^{\frac{1}{2p}+\frac{1}{2}}}\,Cos\left\{\left(1+\frac{1}{p}\right)Arctg\frac{r}{q}\right\}, \ldots (7)$$

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\,Sin\,(rx^p)\,.\,x^p\,dx = \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{p(q^2+r^2)^{\frac{1}{2p}+\frac{1}{2}}}\,Sin\left\{\left(1+\frac{1}{p}\right)Arctg\frac{r}{q}\right\}, \ldots (8)$$

L'on aurait également pu trouver ces deux derniers résultats en différentiant par rapport à la constante r, pourvu que l'on eût employé le même artifice que nous venons d'indiquer.

En second lieu on pourra différentier les mêmes intégrales par rapport à la constante p: mais dans ce cas il convient de ne pas changer leurs valeurs; il viendra

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\ lx\,.\,x\ dx = \frac{-lq\,.\,\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)+\Gamma'\left(1+\frac{1}{p}\right)}{p^2\,.\,q^{\frac{1}{p}+1}}, \ldots\ldots (9)$$

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\ lx\,.\,x^p\,dx\,[-q\,Cos\,(rx^p) - r\,Sin\,(rx^p)]\,dx =$$

$$= -\frac{\Gamma'\left(1+\frac{1}{p}\right)}{p^2(q^2+r^2)^{\frac{1}{2p}}} Cos\left(\frac{1}{p} Arctg\frac{r}{q}\right) +$$

$$+ \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{p^2(q^2+r^2)^{\frac{1}{2p}}}\left[Arctg\frac{r}{q} . Sin\left(\frac{1}{p} Arctg\frac{r}{q}\right) +\right.$$

$$\left. + \frac{1}{2} l(q^2+r^2) . Cos\left(\frac{1}{p} Arctg\frac{r}{q}\right)\right],$$

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\, lx . x^p dx \,[r\, Cos\,(rx^p) - q\, Sin\,(rx^p)]\, dx =$$

$$= -\frac{\Gamma'\left(1+\frac{1}{p}\right)}{p^2(q^2+r^2)^{\frac{1}{2p}}} Sin\left(\frac{1}{p} Arctg\frac{r}{q}\right) +$$

$$+ \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{p^2(q^2+r^2)^{\frac{1}{2p}}}\left[\frac{1}{2} l(q^2+r^2) . Sin\left(\frac{1}{p} Arctg\frac{r}{q}\right) -\right.$$

$$\left. - Arctg\frac{r}{q} . Cos\left(\frac{1}{p} Arctg\frac{r}{q}\right)\right].$$

Donc, des deux dernières formules on déduit par résolution algébrique

$$\left.\begin{array}{l}
\int_0^\infty e^{-qx^p}\, Cos\,(rx^p) . lx . x^p dx = \\
= \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{p^2(q^2+r^2)^{\frac{1}{2p}+1}}\left[\left\{\frac{1}{2} r l(q^2+r^2) - q Arctg\frac{r}{q}\right\} Sin\left(\frac{1}{p} Arctg\frac{r}{q}\right) -\right. \\
\left. -\left\{\frac{1}{2} q l(q^2+r^2) + r\, Arctg\frac{r}{q}\right\} Cos\left(\frac{1}{p} Arctg\frac{r}{q}\right)\right] + \\
+ \frac{\Gamma'\left(1+\frac{1}{p}\right)}{p^2(q^2+r^2)^{\frac{1}{2p}+1}}\left[q\, Cos\left(\frac{1}{p} Arctg\frac{r}{q}\right) - r\, Sin\left(\frac{1}{p} Arctg\frac{r}{q}\right)\right],
\end{array}\right\} \ldots (10)$$

$$\left.\begin{aligned}&\int_0^\infty e^{-qx^p}\, Sin\,(rx^p)\,.\,lx\,.\,x^p\,dx = \\ &= \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{p^2(q^2+r^2)^{\frac{1}{2p}+1}}\left[\left\{q\,Arctg\frac{r}{q}-\frac{1}{2}rl(q^2+r^2)\right\}Cos\left(\frac{1}{p}Arctg\frac{r}{q}\right)-\right. \\ &\left.-\left\{r\,Arctg\frac{r}{q}+ql\,(q^2+r^2)\right\}Sin\left(\frac{1}{p}\,Arctg\frac{r}{q}\right)\right]+ \\ &+\frac{\Gamma'\left(1+\frac{1}{p}\right)}{p^2(q^2+r^2)^{\frac{1}{2p}+1}}\left[r\,Cos\left(\frac{1}{p}\,Arctg\,\frac{r}{q}\right)+q\,Sin\left(\frac{1}{p}\,Arctg\,\frac{r}{q}\right)\right].\end{aligned}\right\}\ldots (11)$$

Quant aux deux intégrales (4) et (5), on peut les différentier par rapport à la constante r

$$\int_0^\infty Sin\,(rx^p)\,.\,x^p\,dx = \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{pr^{\frac{1}{p}+1}}Cos\,\frac{\pi}{2p},\ \ldots\ldots\ldots\ldots (12)$$

$$\int_0^\infty Cos\,(rx^p)\,.\,x^p\,dx = \frac{-\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{pr^{\frac{1}{p}+1}}\,Sin\,\frac{\pi}{2p};\ \ldots\ldots\ldots\ldots (13)$$

que l'on pourrait tirer des résultats obtenus (7) et (8) en y posant $q = 0$.

Différentions encore ces mêmes intégrales (4) et (5) par rapport à la constante p, et nous aurons

$$\int_0^\infty Sin\,(rx^p)\,.\,lx\,.\,x^p\,dx = \frac{-\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{p^2\,r^{\frac{1}{p}+1}}\left[lr\,.\,Cos\,\frac{\pi}{2p}+\frac{\pi}{2}\,Sin\,\frac{\pi}{2p}\right]+$$

$$+\frac{\Gamma'\left(1+\frac{1}{p}\right)}{p^2r^{\frac{1}{p}+1}}\,Cos\,\frac{\pi}{2p},\ \ldots\ldots\ldots\ldots (14)$$

$$\int_0^\infty Cos\,(rx^p).\,lx\,.\,x^p\,dx = \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{p^2 r^{\frac{1}{p}+1}}\left[lr\,.\,Sin\,\frac{\pi}{2p} - \frac{\pi}{2}\,Cos\,\frac{\pi}{2p}\right] -$$

$$- \frac{\Gamma'\left(1+\frac{1}{p}\right)}{p^2\,r^{\frac{1}{p}+1}} Sin\frac{\pi}{2p}\,; \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (15)$$

qui se déduiraient aussi des résultats (10) et (11) par la supposition de $q=0$.

Mais nos intégrales primitives se prêtent facilement à une différentiation répétée a fois, et donnent lieu de cette manière à des résultats intéressants. Occupons-nous en premier lieu de la différentiation par rapport à q. Les intégrales (1), (2) et (3), à l'aide de l'artifice expliqué plus haut et ensuite de l'usage du théorème de Moivre, donneront

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\, x^{ap}\,dx = \left(\frac{1}{p}\right)^{a/1} \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{q^{\frac{1}{p}+a}} = \frac{\Gamma\left(a+\frac{1}{p}\right)}{pq^{\frac{1}{p}+a}}\,, \quad \ldots\ldots \quad (16)$$

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\; Cos\,.\,(rx^p)\,.\,x^{ap}\,dx =$$

$$= \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{(q^2+r^2)^{\frac{1}{2p}+\frac{1}{2}a}} \left(\frac{1}{p}\right)^{a/1} Cos\left\{\left(a+\frac{1}{p}\right)Arctg\,\frac{r}{q}\right\} =$$

$$= \frac{\Gamma\left(a+\frac{1}{p}\right)}{p(q^2+r^2)^{\frac{1}{2p}+\frac{1}{2}a}}\, Cos\left\{\left(a+\frac{1}{p}\right) Arctg\,\frac{r}{q}\right\}, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (17)$$

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\,.\; Sin\;(rx^p)\;.\;x^{ap}\,dx =$$

$$= \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{(q^2+r^2)^{\frac{1}{2p}+\frac{1}{2}a}} \left(\frac{1}{p}\right)^{a/1} Sin\left\{\left(a+\frac{1}{p}\right)Arctg\,\frac{r}{q}\right\} =$$

$$= \frac{\Gamma\left(a+\frac{1}{p}\right)}{p(q^2+r^2)^{\frac{1}{2p}+\frac{1}{2}a}} Sin \left\{\left(a+\frac{1}{p}\right) Arctg \frac{r}{q}\right\}; \quad \ldots \ldots \quad (18)$$

où la dernière réduction s'obtient par la relation des fonctions Gamma

$$\left(\frac{1}{p}\right)^{a/1} \Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right) = \frac{1}{p}\left(1+\frac{1}{p}\right)^{a-1/1} \Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right) = \frac{1}{p}\Gamma\left(a+\frac{1}{p}\right) \quad (c)$$

Comme nous l'avons vu, on a toujours $p \geqq 1$, sans aucune restriction: donc on peut prendre s pour le produit ap, de telle sorte que s deviendra en premier lieu $> a$; mais comme cet a ne se retrouve plus dans la formule après la réduction, s sera tout-à-fait arbitraire. Ces formules deviennent donc

$$\int_0^\infty e^{-qx^p} x^s \, dx = \frac{\Gamma\left(\frac{s+1}{p}\right)}{pq^{\frac{s+1}{p}}}, \quad \ldots \ldots \ldots \quad (19)$$

$$\int_0^\infty e^{-qx^p} . Cos\,(rx^p) . x^s \, dx = \frac{\Gamma\left(\frac{s+1}{p}\right)}{p\,(q^2+r^2)^{\frac{s+1}{2p}}} Cos\left(\frac{s+1}{p} Arctg \frac{r}{q}\right), . (20)$$

$$\int_0^\infty e^{-qx^p} . Sin\,(rx^p) . x^s \, dx = \frac{\Gamma\left(\frac{s+1}{p}\right)}{p(q^2+r^2)^{\frac{s+1}{2p}}} Sin\left(\frac{s+1}{p} Arctg \frac{r}{q}\right); . (21)$$

formules beaucoup plus générales que les précédentes (6), (7) et (8), que l'on pourrait en déduire en supposant $s=p$.

Quand on différentie de même les deux autres intégrales (4) et (5) a fois par rapport à r, il vient, par la même réduction que plus haut,

$$\int_0^\infty Cos\,(\tfrac{1}{2}a\pi + rx^p) . x^{ap} \, dx = (-1)^a \left(\frac{1}{p}\right)^{a/1} \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{r^{\frac{1}{p}+a}} Cos \frac{\pi}{2p} =$$

$$= (-1)^a \frac{\Gamma\left(a+\frac{1}{p}\right)}{p r^{\frac{1}{p}+a}} \, Cos \, \frac{\pi}{2p}, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (22)$$

$$\int_0^\infty Sin\,(\tfrac{1}{2}a\pi + rx^p)\,.\,x^{ap}\,dx = (-1)^a \left(\frac{1}{p}\right)^{a/1} \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{r^{\frac{1}{p}+a}} \, Sin \, \frac{\pi}{2p} =$$

$$= (-1)^a \frac{\Gamma\left(a+\frac{1}{p}\right)}{p r^{\frac{1}{p}+a}} \, Sin \, \frac{\pi}{2p} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (23)$$

Ici la constante a ne se trouve pas seulement à l'exposant ap, et par conséquent on ne peut pas s'en défaire. Mais lorsqu'on multiplie ces résultats par $Cos\ \frac{1}{2}\,a\pi$ et $Sin\ \frac{1}{2}\,a\pi$, et que l'on prend la somme de ces produits, — ou qu'on les multiplie par $Sin\ \frac{1}{2}\,a\pi$ et $Cos\ \frac{1}{2}\,a\pi$, et que l'on prend la différence des produits, — ce but est atteint, puisqu'on trouve

$$\int_0^\infty Cos\,(rx^p)\,.\,x^{ap}\,dx = (-1)^a \frac{\Gamma\left(a+\frac{1}{p}\right)}{p r^{\frac{1}{p}+a}} \, Cos\left(\frac{\pi}{2p} - \tfrac{1}{2}\,a\pi\right) =$$

$$= \frac{\Gamma\left(a+\frac{1}{p}\right)}{p r^{\frac{1}{p}+a}} \, Cos\,\left(\tfrac{1}{2}\,a\pi + \frac{\pi}{2p}\right), \quad \ldots\ldots\ldots \quad (24)$$

$$\int_0^\infty Sin\,(rx^p)\,.\,x^{ap}\,dx = (-1)^a \frac{\Gamma\left(a+\frac{1}{p}\right)}{p r^{\frac{1}{p}+a}} \, Sin\left(\frac{\pi}{2p} - \tfrac{1}{2}\,a\pi\right) =$$

$$= \frac{\Gamma\left(a+\frac{1}{p}\right)}{p r^{\frac{1}{p}+a}} \, Sin\left(\tfrac{1}{2}\,a\pi + \frac{\pi}{2p}\right); \quad \ldots\ldots\ldots \quad (25)$$

où, après avoir changé $(-1)^a$ en $Cos\ a\pi$, on a réduit par une

formule goniométrique connue. Maintenant l'on peut prendre $ap = s$, où s deviendra de nouveau tout-à-fait arbitraire, et les résultats

$$\int_0^\infty Cos\,(rx^p)\,.\,x^s\,dx = \frac{\Gamma\left(\frac{s+1}{p}\right)}{pr^{\frac{s+1}{p}}}\,Cos\left(\frac{s+1}{2p}\pi\right), \quad \ldots\ldots \quad (26)$$

$$\int_0^\infty Sin\,(rx^p)\,.\,x_s\,dx = \frac{\Gamma\left(\frac{s+1}{p}\right)}{pr^{\frac{s+1}{p}}}\,Sin\left(\frac{s+1}{2p}\pi\right), \quad \ldots\ldots \quad (27)$$

seront encore plus généraux que les formules (12) et (13), qui en sont des cas spéciaux; on les déduirait en outre en prenant $q = 0$ dans les intégrales (20) et (21).

Mais pour la différentiation réitérée par rapport à p des intégrales (1) à (3), on ne saurait prendre la même voie, puisqu'il faudrait employer le théorème de Leibnitz, et qu'ainsi on n'obtiendrait point des formules générales. Toutefois, les résultats que nous venons de trouver nous seront ici d'une grande utilité. En effet, la différentiation par rapport à p a eu l'effet d'introduire le facteur lx, et c'est ce que nous pourrons obtenir ici en différentiant les résultats (19), (20) et (21), (26) et (27) une seule fois par rapport à p. Observons pour cela que la théorie des fonctions Gamma donne

$$\frac{1}{p}\,\Gamma\left(\frac{s+1}{p}\right) = \frac{1}{s+1}\,\Gamma\left(\frac{s+p+1}{p}\right),$$

puisque

$$\frac{s+1}{p}\,\Gamma\left(\frac{s+1}{p}\right) = \Gamma\left(\frac{s+1}{p}+1\right) \quad \ldots\ldots \quad (d)$$

Ainsi le premier groupe mènera à trois équations, dont les deux dernières doivent être résolues algébriquement pour trouver les intégrales séparément: puis il faut changer $p + s$ en s, ce

qui n'affecte en rien la généralité de cette dernière constante. Nous obtenons ainsi

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\, lx \,.\, x^s\, dx = \frac{-lq\,.\,\Gamma\left(\frac{s+1}{p}\right)+\Gamma'\left(\frac{s+1}{p}\right)}{p^2 q^{\frac{s+1}{p}}}, \quad . \; . \; . \; (28)$$

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\, Cos\,(rx^p)\,.\, lx\,.\, x^s\, dx =$$

$$= \frac{\Gamma\left(\frac{s+1}{p}\right)}{p^2(q^2+r^2)^{\frac{s+p+1}{2p}}}\left[\left\{\tfrac{1}{2} r\, l(q^2+r^2) - Arctg\frac{r}{q}\right\} Sin\left(\frac{s-p+1}{p} Arctg\frac{r}{q}\right) - \right.$$

$$\left. - \left\{\tfrac{1}{2}\, q\, l\,(q^2+r^2) + r\, Arctg\frac{r}{q}\right\} Cos\left(\frac{s-p+1}{p}\, Arctg\frac{r}{q}\right)\right] +$$

$$+ \frac{\Gamma'\left(\frac{s+1}{p}\right)}{p^2(q^2+r^2)^{\frac{s+p+1}{2p}}}\left[q\, Cos\left(\frac{s-p+1}{p}\, Arctg\frac{r}{q}\right) - \right.$$

$$\left. - r\, Sin\left(\frac{s-p+1}{p} Arctg\frac{r}{q}\right)\right],$$

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\, Sin\,(rx^p)\,.\, lx\,.\, x^s\, dx =$$

$$= \frac{\Gamma\left(\frac{s+1}{p}\right)}{p^2(q^2+r^2)^{\frac{s+p+1}{2p}}}\left[\left\{q Arctg\frac{r}{q} - \tfrac{1}{2} r\, l(q^2+r^2)\right\} Cos\left(\frac{s-p+1}{p} Arctg\frac{r}{q}\right) - \right.$$

$$\left. - \left\{r\;\; Arctg\frac{r}{q} + \tfrac{1}{2}\, q\, l\,(q^2+r^2)\right\} Sin\left(\frac{s-p+1}{p}\, Arctg\,\frac{r}{q}\right)\right] +$$

$$+ \frac{\Gamma'\left(\frac{s+1}{p}\right)}{p^2\,(q^2+r^2)^{\frac{s+p+1}{2p}}}\left[r\, Cos\left(\frac{s-p+1}{p}\, Arctg\frac{r}{q}\right) + \right.$$

$$+ q\, Sin\left(\frac{s-p+1}{p} Arctg\frac{r}{q}\right)\Big].$$

Comme on a

$$Cos\left(Arctg\frac{r}{q}\right)=\frac{q}{\sqrt{q^2+r^2}},\ Sin\left(Arctg\frac{r}{q}\right)=\frac{r}{\sqrt{q^2+r^2}}, \quad \dots \dots \quad (e)$$

il s'ensuit

$$\left.\begin{aligned} &Sin\left(\frac{s-p+1}{p} Arctg\frac{r}{q}\right)=Sin\left(\frac{s+1}{p} Arctg\frac{r}{q}-Arctg\frac{r}{q}\right)=\\ &=\frac{1}{\sqrt{q^2+r^2}}\left[q Sin\left(\frac{s+1}{p}Arctg\frac{r}{q}\right)-r Cos\left(\frac{s+1}{p} Arctg\frac{r}{q}\right)\right],\\ &Cos\left(\frac{s-p+1}{p} Arctg\frac{r}{q}\right)=Cos\left(\frac{s+1}{p}Arctg\frac{r}{q}-Arctg\frac{r}{q}\right)=\\ &=\frac{1}{\sqrt{q^2+r^2}}\left[q Cos\left(\frac{s+1}{p}Arctg\frac{r}{q}\right)+r Sin\left(\frac{s+1}{p}Arctg\frac{r}{q}\right)\right]. \end{aligned}\right\}(f)$$

Et par suite nos intégrales deviennent plus simplement

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\, Cos\,(rx^p)\,.\, lx\,.\, x^s\, dx =$$

$$=\frac{-\Gamma\left(\frac{s+1}{p}\right)}{p^2\,(q^2+r^2)^{\frac{s+1}{2p}}}\left[Arctg\frac{r}{q}\,.\,Sin\left(\frac{s+1}{p}Arctg\frac{r}{q}\right)+\right.$$

$$\left.+\tfrac{1}{2}\, l\,(q^2+r^2)\,.\,Cos\left(\frac{s+1}{p}Arctg\frac{r}{q}\right)\right]+$$

$$+\frac{\Gamma'\left(\frac{s+1}{p}\right)}{p^2(q^2+r^2)^{\frac{s+1}{2p}}}\, Cos\left(\frac{s+1}{p}Arctg\frac{r}{q}\right), \quad \dots\dots\dots \quad (29)$$

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\, Sin\,(rx^p)\,.\,lx\,.\,x^s\,dx =$$

$$= \frac{\Gamma\left(\frac{s+1}{p}\right)}{p^2\,(q^2+r^2)^{\frac{s+1}{2p}}}\left[Arctg\frac{r}{q}\,.\,Cos\left(\frac{s+1}{p}\,Arctg\frac{r}{q}\right) - \right.$$

$$\left. - \tfrac{1}{2}\,l\,(q^2+r^2)\,.\,Sin\left(\frac{s+1}{p}\,Arctg\frac{r}{q}\right)\right] +$$

$$+ \frac{\Gamma'\left(\frac{s+1}{p}\right)}{p^2\,(q^2+r^2)^{\frac{s+1}{2p}}}\,Sin\left(\frac{s+1}{p}\,Arctg\frac{r}{q}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (30)$$

Ces résultats (28), (29) et (30) ne sont autres que les intégrales générales que nous cherchions; pour $s = p$ elles se réduisent aux précédentes (9), (10) et (11). Quant aux deux dernières (29) et (30), on aurait pu encore les déduire des formules (20) et (21) par la différentiation par rapport à la constante s.

Passons au second groupe d'intégrales (26) et (27); nous pourrions les différentier pour notre but tant par rapport à p qu'à s; chaque fois on trouvera le facteur lx: dans le dernier cas on obtient encore le facteur x^s, dans le premier cas le facteur x^{p+s}, de sorte qu'alors il faudrait changer ensuite $p+s$ en s. Suivons le chemin le plus court et différentions par rapport à la constante s.

$$\int_0^\infty Cos\,(rx^p)\,.\,lx\,.\,x_s\,dx = -\frac{\Gamma\left(\frac{s+1}{p}\right)}{p^2 r^{\frac{s+1}{p}}}\left[\tfrac{1}{2}\,\pi\,Sin\left(\frac{s+1}{2p}\,\pi\right) + \right.$$

$$\left. + lr\,.\,Cos\left(\frac{s+1}{2p}\,\pi\right)\right] + \frac{\Gamma'\left(\frac{s+1}{p}\right)}{p^2 r^{\frac{s+1}{p}}}\,Cos\left(\frac{s+1}{2p}\,\pi\right), \ldots (31)$$

$$\int_0^\infty Sin(rx^p) \,.\, lx \,.\, x^s\, dx = -\frac{\Gamma\left(\frac{s+1}{p}\right)}{p^2 r^{\frac{s+1}{p}}}\left[lr \,.\, Sin\left(\frac{s+1}{2p}\pi\right) - \right.$$

$$\left. -\tfrac{1}{2}\pi \,.\, Cos\left(\frac{s+1}{2p}\pi\right)\right] + \frac{\Gamma'\left(\frac{s+1}{p}\right)}{p^2 r^{\frac{s+1}{p}}}\, Sin\left(\frac{s+1}{2p}\pi\right) \ldots . (32)$$

Pour obtenir le facteur $(lx)^b$ sous le signe d'intégration il faudrait différentier les intégrales (19), (20), (21), (26) et (27) b fois par rapport à s: mais la complication des résultats aux seconds membres nous force à nous contenter de cette indication.

DE L'INTÉGRALE $\int_a^b l\,\Gamma(x)\,dx$,

PAR

D. BIERENS DE HAAN.

(*Verslagen en Mededeelingen*, 2e Série, T. 7, pag. 26.)

Lorsqu'on intègre l'intégrale définie

$$l\,\Gamma(x) = \int_0^\infty \frac{e^{-y}dy}{y}\left(x-1-\frac{1-e^{-(x-1)y}}{1-e^{-y}}\right) \text{ [1]} \qquad (a)$$

par rapport à x entre les limites q et $q+1$, il vient

$$\int_q^{q+1} l\,\Gamma\,(x)\,dx = \int_0^\infty \frac{e^{-y}\,dy}{y}\int_q^{q+1}\left(x-1-\frac{1-e^{-(x-1)y}}{1-e^{-y}}\right)dx, \qquad (b)$$

après avoir inverti l'ordre des intégrations. La dernière donne par intégration indéfinie

$$\tfrac{1}{2}x^2 - x - \frac{x - e^y\,\dfrac{1}{y}\,e^{-xy}}{1-e^{-y}},$$

de sorte que l'on aura pour le second membre de l'équation (b)

$$= \int_0^\infty \frac{e^{-y}\,dy}{y}\left\{q+\tfrac{1}{2}-1-\frac{1+\dfrac{1}{y}\,e^y\,(e^{-(q+1)y}-e^{-qy})}{1-e^{-y}}\right\} =$$

---

[1]) Voir *Nouvelles Tables d'Intégrales Définies*, Leide. 1867, T. 94, N°. 7.

$$=\int_0^\infty \frac{e^{-y}\,dy}{y}\left\{q-\tfrac{1}{2}-\frac{1}{1-e^{-y}}+\frac{e^{-(q-1)y}}{y}\right\}=$$

$$=\int_0^\infty \frac{dy}{y}\left\{\frac{1}{y}-\tfrac{1}{2}\,e^{-y}-\frac{e^{y}}{1-e^{-y}}\right\}+\int_0^\infty \frac{dy}{y}\left\{q\,e^{-y}+\frac{e^{-qy}-1}{y}\right\}.$$

Maintenant les deux intégrales au second membre sont connues: la première a pour valeur $\frac{1}{2}\,l\,2\pi$ [2]), la seconde $qlq-q$ [3]). Par conséquent on a

$$\int_q^{q+1} l\,\Gamma(x)\,dx = q\,l\,q-q+\tfrac{1}{2}\,l\,2\pi \quad {}^{4}), \qquad (c)$$

ce qui devient, lorsqu'on prend $y=x+q$,

$$\int_0^1 l\,\Gamma(x+q)\,dx=\tfrac{1}{2}\,l\,2\pi+q\,l\,q-q \quad {}^{5}).$$

Dans ce dernier résultat changeons p en q et soustrayons, nous aurons

$$\int_0^1 l\,\frac{\Gamma(x+p)}{\Gamma(x+q)}\,dx=q\,l\,q-p\,l\,p-(q-p) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

résultat tout-à-fait indépendant de $l\,2\pi$. Lorsqu'au contraire dans la formule (c) l'on prend q égal à zéro, la quantité $q\,l\,q$ devient $=0\,.\,\infty$, c'est-à-dire, d'après les règles connues, zéro; de sorte que

$$\int_0^1 l\,\Gamma(x)\,dx=\tfrac{1}{2}\,l\,2\pi \quad {}^{6}).$$

---

[2]) Voir *Nouvelles Tables d'Intégrales Définies*, T. 94, No. 32.
[3]) Voir *Nouvelles Tables d'Intégrales Définies*, T. 89, No. 24.
[4]) Voir *Nouvelles Tables d'Intégrales Définies*, T. 340, No. 7.
[5]) Voir *Nouvelles Tables d'Intégrales Définies*, T. 340, No. 5.
[6]) Voir *Nouvelles Tables d'Intégrales Définies*, T. 340, No. 2.

Puis on a

$$\int_0^1 l\,\Gamma(2x)\,dx = \tfrac{1}{2}\int_0^2 l\,\Gamma(y)\,dy = \tfrac{1}{2}\left[\int_0^1 l\,\Gamma(x)\,dx + \int_1^2 l\,\Gamma(x)\,dx\right], \quad (e)$$

ou, si dans la dernière intégrale au second membre on change x en $y+1$,

$$\int_0^1 l\,\Gamma(2x)\,dx = \tfrac{1}{2}\left[\int_0^1 l\,\Gamma(x)\,dx + \int_0^1 l\,\Gamma(x+1)\,dx\right] =$$

$$= \tfrac{1}{2}\left[\tfrac{1}{2}\,l\,2\pi + (\tfrac{1}{2}\,l\,2\pi - 1)\right] = \tfrac{1}{2}(l\,2\pi - 1) \quad \ldots \quad (2)$$

après la substitution des résultats (e) et (d), pour $q = 1$.

Afin d'obtenir de même l'intégrale plus générale $\int_0^1 l\,\Gamma(ax)\,dx$ où a désigne un nombre entier positif, on prendra $ax = y$, ce qui donne

$$a\int_0^1 l\,\Gamma(ax)\,dx = \int_0^a l\,\Gamma(x)\,dx. \quad (f)$$

Dans cette dernière intégrale on peut diviser la distance des limites depuis 0 jusqu'à a en a parties égales, chacune d'une unité: on trouve

$$\int_0^a l\,\Gamma(x)\,dx = \int_0^1 l\,\Gamma(x)\,dx + \int_1^2 l\,\Gamma(x)\,dx + \ldots.$$

$$+ \int_h^{h+1} l\,\Gamma(x)\,dx + \ldots + \int_{a-1}^a l\,\Gamma(x)\,dx.$$

Dans chaque intégrale $\int_h^{h+1} l\,\Gamma(x)\,dx$, substituons $x = y + h$, de sorte que

$$\int_h^{h+1} l\,\Gamma(x)\,dx = \int_0^1 l\,\Gamma(x+h)\,dx,$$

il vient

$$\int_0^a l\,\Gamma(x)\,dx = \int_0^1 l\,\Gamma(x)\,dx + \int_0^1 l\,\Gamma(x+1)\,dx + \dots\dots$$

$$+ \int_0^1 l\,\Gamma(x+h)\,dx + \dots + \int_0^1 l\,\Gamma(x+a-1)\,dx.$$

Maintenant il faut faire usage des intégrales trouvées (e) et (d), en prenant dans (d) q successivement égal à $1, 2, \dots\dots a-1$. Alors on trouve

$$\int_0^a l\,\Gamma(x)\,dx = \tfrac{1}{2} l\,2\pi + (\tfrac{1}{2} l\,2\pi - 1) + (\tfrac{1}{2} l\,2\pi + 2\,l\,2 - 2) +$$

$$+ (\tfrac{1}{2} l\,2\pi + 3\,l\,3 - 3) + \dots + (\tfrac{1}{2} l\,2\pi + h\,l\,h - h) +$$

$$\dots + \{\tfrac{1}{2} l\,2\pi + (a-1)\,l\,(a-1) - (a-1)\} =$$

$$= a\,.\,\tfrac{1}{2} l\,2\pi - \tfrac{1}{2} a\,(a-1) + l \mathop{P}_{n=2}^{n=a-1} n^n =$$

$$= \tfrac{1}{2} a\,\{l\,2\pi - (a-1)\} + \sum_{n=2}^{n=a-1} n\,l\,n \dots . \quad (3)$$

$$\int_0^1 l\,\Gamma(ax)\,dx = \tfrac{1}{2} l\,2\pi - \tfrac{1}{2}(a-1) + \frac{1}{a} \sum_{n=2}^{n=a-1} n\,l\,n \dots . \quad (4)$$

De la formule (3) on déduit, en y changeant a en b et prenant la différence,

$$\int_a^b l\,\Gamma(x)\,dx = \int_0^b l\,\Gamma(x)\,dx - \int_0^a l\,\Gamma(x)\,dx =$$

$$= (b-a)\,\tfrac{1}{2} l\,2\pi - \tfrac{1}{2} b\,(b-1) + \tfrac{1}{2} a\,(a-1) + \sum_{n=a}^{n=b-1} n\,l\,n =$$

$$= \tfrac{1}{2}(b-a)\,\{\,l\,2\pi - a - b + 1\,\} + \sum_{n=a}^{n=b-1} n\,l\,n, \dots \quad (5)$$

qui à son tour nous donne

$$\int_a^b l\,\Gamma\,(x+c)\,dx = \int_{a+c}^{b+c} l\,\Gamma\,(x)\,dx =$$

$$= \tfrac{1}{2}\,(b-a)\,\{(l\,2\pi - a - b - 2c + 1)\} + \sum_{n=a+c}^{n=b+c-1} n\,l\,n, \;\ldots\; (6)$$

$$\int_a^b l\,\Gamma\,(cx)\,dx = \frac{1}{c}\int_{bc}^{bc} l\,\Gamma\,(x)\,dx =$$

$$= \tfrac{1}{2}\,(b-a)\,\{l\,2\pi - (a+b)\,c + 1\} + \frac{1}{c}\sum_{n=ac}^{n=bc-1} n\,l\,n, \;\ldots\; (7)$$

où maintenant a, b, c sont des nombres entiers positifs.

Le dernier résultat nous donne encore

$$\int_0^{\frac{b-a}{c}} l\,\Gamma\,(x)\,dx = \frac{1}{c}\int_0^{b-a} l\,\Gamma\left(\frac{x}{c}\right) dx =$$

$$= \frac{1}{c}\left[\tfrac{1}{2}\,(b-a)\left\{l\,2\pi - (b-a)\frac{1}{c} + 1\right\} + c\sum_{n=1}^{n=\frac{b-a}{c}-1} n\,l\,n\right]$$

$$= \tfrac{1}{2}\,\frac{b-a}{c}\left\{l\,2\pi - \frac{b-a}{c} + 1\right\} + \sum_{n=1}^{n=\frac{b-a}{c}+1} n\,l\,n, \;\ldots\; (8^a)$$

où l'on a commencé la sommation à $n=1$, puisque pour $n=0$ le terme $n\,l\,n$ s'évanouit, comme nous avons vu précédemment.

DESCRIPTION ET FIGURE

DU

LETHRINUS GÜNTHERI Blkr,

PAR

P. BLEEKER.

Lethrinus Güntheri Blkr.

Lethrin. corpore oblongo compresso, altitudine $2\frac{1}{7}$ circ. in ejus longitudine absque-, $3\frac{1}{5}$ circ. in ejus longitudine cum pinna caudali; latitudine corporis $2\frac{1}{3}$ circ. in ejus altitudine; capite acutiusculo 3 circ. in longitudine corporis absque-, 4 fere in longitudine corporis cum pinna caudali; altitudine capitis 1 circ.-, latitudine capitis 2 circ. in ejus longitudine; linea rostro-frontali ante oculos convexiuscula rostro concaviuscula; oculis diametro 3 et paulo-, distantia interoculari 4 fere in longitudine capitis; naribus distantibus, anterioribus valvato-tubulatis; rostro acutiusculo oculo paulo longiore osse suborbitali oculi diametro longitudinali paulo humiliore; maxillis æqualibus, superiore ante oculum desinente 3 circ. in longitudine capitis; maxilla inferiore $2\frac{2}{5}$ ad $2\frac{1}{2}$ in longitudine capitis; dentibus maxillis antice pluriseriatis, lateribus vel postice uniseriatis, serie externa utroque latere caninis 2 curvatis, intermaxillaribus mediocribus, inframaxillaribus parvis parum conspicuis, lateribus 12 circ. anterioribus conicis acutiusculis et obtu-

siusculis, posterioribus rotundatis molaribus; labiis latis carnosis; operculo postice spina plana parum conspicua; squamis corpore 48 in linea laterali, 23 vel 24 in serie transversali quarum 6 ($5\frac{1}{2}$) lineam lateralem inter et dorsalem spinosam mediam; linea laterali singulis squamis tubulo simplice notata; cauda parte libera non multo longiore quam postice alta; pinna dorsali spinis mediocribus osseis non flexilibus mediis ceteris longioribus 3 circ. in altitudine corporis; dorsali radiosa dorsali spinosa paulo altiore, multo longiore quam alta, obtusa, rotundata; pectoralibus ventralibus longioribus capite paulo brevioribus; anali spinis mediocribus 2ª et 3ª subaequalibus radio 1ª brevioribus, parte radiosa paulo longiore quam alta, convexa, postice angulata; caudali mediocriter emarginata, lobis acutis capite paulo brevioribus; colore corpore superne olivaceo, inferne aurantiaco; iride flavescente vel rosea; pinnis roseis vel flavescentibus.

B. 6. D. 10/9 vel 10/10. P. 2/11. V. 1/5. A. 3/8 vel 3/9. C. 1/15/1 et lat. brev.

Syn. *Lethrinus haematopterus* Günth., Catal. Fish. I p. 464? (nec Schl. nec Blkr.)

Hab. Kiusiu (Nangasaki) in mari.

Longitudo speciminis descripti 120‴.

Rem. C'est probablement cette espèce dont M. Günther a eu sous les yeux un individu empaillé de vingt pouces de long et dans lequel il a cru reconnaître le Lethrinus haematopterus Schl. Elle est bien voisine de cette dernière espèce, mais se fait aisément reconnaître par une rangée d'écailles de plus au-dessus de la ligne latérale et par les molaires qui sont déjà arrondies et graniformes dans le jeune âge tandis qu'elles sont coniques, même dans les individus âgés de l'haematopterus. Les différences entre la description actuelle et celle de M. Günther n'indiquent probablement que des différences d'âge.

La Haye, Septembre 1872.

RÉVISION

DES ESPÈCES INDO-ARCHIPÉLAGIQUES DU GENRE

CAESIO

ET DE QUELQUES GENRES VOISINS,

PAR

P. BLEEKER.

Les genres rapportés par les auteurs à la Famille des Maenoïdes, notamment les Maena, les Smaris, les Caesio et les Erythrichthys, ne sont à considérer que comme des membres du groupe des Denticiformes, c'est-à-dire des Percoïdes à six rayons branchiostèges, à dents coniques et pointues (ou nulles), à os palatins sans dents, à menton sans pores distincts et sans fossette médiane, à pièces operculaires non ou très faiblement armées, à trois épines anales, à pectorales pointues et à caudale plus ou moins échancrée. Le seul caractère de la protractilité des mâchoires ne suffit point à séparer les Maenoïdes des Denticiformes, puisque cette protractilité s'observe aussi à un dégré assez notable dans quelques genres de Denticini, et que d'autre part elle n'est que peu développée dans le genre Pinjalo et dans la plupart des espèces de Caesio. L'absence de dents canines n'est pas non plus un caractère par lequel on pourrait distinguer les Maenoïdes, puisqu'on en observe de rudimentaires dans quelques espèces de Caesio, notamment dans le Caesio erythrogaster K. v. H.

Les quatres genres nommés sont en partie des genres composés. Je

regarde comme d'un type générique distinct le Smaris insidiator CV., pour lequel Rafinesque avait déjà imaginé le nom de Centracanthus. Je sépare de nouveau du genre Caesio le Caesio pinjalo, auquel j'avais appliqué, il y a déjà plus d'un quart de siècle, le nom générique de Pinjalo; et j'en reviens à voir dans le Dipterygonotus, proposé en l'an 1849, un genre distinct du genre Erythrichthys Schl. Les caractères de ces sept genres pourraient se résumer comme suit.

I. Dorsale échancrée jusqu'à la base, à épines postérieures plus ou moins libres. Mâchoire supérieure fort protractile horizontalement en forme de tube. Ecailles petites.

A. Mâchoire supérieure squammeuse sans dents.

1. *Erythrichthys* Schl. = Emmelichthys Rich. = Boxaodon Guich.

B. Mâchoires denticulées, dénuées d'écailles.

a. Vertex et front sans écailles. Bande squammeuse temporale distincte.

2. *Centracanthus* Raf.

b. Vertex, front et région temporale densément couverts d'écailles.

3. *Dipterygonotus* Blkr.

II. Dorsale non ou peu échancrée. Mâchoires dentelées sans écailles. Écailles médiocres ou petites.

A. Dorsale sans écailles. Vertex et front dénués d'écailles.

a. Dents vomériennes.

4. *Maena* Cuv.

b. Point de dents vomériennes.

5. *Smaris* Cuv.

B. Dorsale squammeuse.

a. Vertex squammeux. Mâchoire supérieure fort protractile. Rangées longitudinales d'écailles au-dessus de la ligne latérale parallèles au profil du dos.

6. *Caesio* Cuv.

b. Front et vertex dénués d'écailles. Mâchoire supérieure peu protractile. Rangées longitudinales d'écailles au-dessus de la ligne latérale montant obliquement en arrière.

7. *Pinjalo* Blkr.

L'Insulinde ne nourrit que des espèces de Dipterygonotus, de Smaris, de Pinjalo et de Caesio, et des trois premiers de ces genres on n'y connaît même qu'une seule espèce. Le genre Caesio au contraire y est représenté par neuf ou dix espèces.

DIPTERYGONOTUS Blkr.

Corpus elongatum compressum squamis ctenoideis parvis vestitum. Caput vertice, fronte, regione postoculo-temporali ossibusque opercularibus squamatum. Rostrum, os suborbitale maxillaeque alepidotae. Dentes maxillis minimi, palatini nulli, vomerini rudimentarii vel nulli, pharyngeales parvi acuti. Maxillae in tubum horizontalem protractiles. Rictus mediocris. Praeoperculum edentulum. Operculum spina vera nulla. Squamae corpore in series horizontales dispositae. Pinnae, dorsalis alepidota bipartita parte spinosa spinis gracilibus 14 quarum posteriores solitariae, analis spinis 3 et radiis 10 ad 12, pectorales acutae, caudalis lobis acutis radiis divisis 15. B. 6. Pseudobranchiae.

Rem. Le genre Dipterygonotus est fort voisin du genre Smaris CV. et s'en distingue principalement par les épines libres en avant de la dorsale molle. Son établissement date de l'an 1849, mais depuis, je l'avais rapporté au genre Erythrichthys Schl. (= Emmelichthys Rich. = Boxaodon Guich.). Cependant, les figures publiées des espèces de ce genre (Erythrichthys Schlegeli Blkr, Emmelich-

thys nitidus Rich. et Boxaodon cyanescens Guich.) montrent toutes l'os supramaxillaire squammeux, et Richardson fait entrer expressément, dans la diagnose du genre Emmelichthys, l'expression „Maxillae dense squamosae''. Ce caractère, si exceptionnel dans les groupes des Percoïdes autres que les Priacanthini, les Anthianini et les Epinephelini, me semble devoir être considéré comme ayant une valeur générique, et j'ai donc séparé de nouveau de ce type celui du Dipterygonotus leucogrammicus.

Parmi les espèces de Smaris, il en est une qui est fort voisine des Dipterygonotus. J'ai devant moi deux poissons, un du Cap de Bonne-Espérance et un d'origine incertaine, que je ne puis rapporter qu'au Smaris insidiator, et où je trouve les trois épines dorsales postérieures isolées des autres et sans membrane. La figure du Smaris insidiator CV. publiée dans la Fauna Italica ne les montre point avec ce caractère, mais Rafinesque les a figurées sans membrane et a nommé l'espèce Centracanthus cirrus. Cette espèce ne se distingue génériquement du Dipterygonotus leucogrammicus que par son vertex et son front dénués d'écailles et par la présence d'une bande squammeuse temporale bien marquée.

Je ne connais du genre Dipterygonotus que la seule espèce type.

Dipterygonotus leucogrammicus Blkr, Contr. ichth. Celeb. in Journ. Ind. Archip. 1849.

Dipteryg. corpore elongato compresso, altitudine $4\frac{1}{2}$ ad 5 in ejus longitudine absque-, $5\frac{1}{3}$ ad 6 in ejus longitudine cum pinna caudali; latitudine corporis $1\frac{1}{2}$ ad $1\frac{2}{3}$ in ejus altitudine; capite acuto 4 circ. in longitudine corporis absque-, $4\frac{3}{4}$ ad $4\frac{4}{5}$ in longitudine corporis cum pinna caudali; altitudine capitis $1\frac{2}{5}$ ad $1\frac{3}{5}$, latitudine capitis 2 circ. in ejus longitudine; oculis diametro 3 ad $3\frac{1}{3}$ in longitudine capitis, diametro $\frac{3}{4}$ ad 1 distantibus; fronte usque supra oculi partem anteriorem squamata; linea rostro-frontali rectiuscula vel convexiuscula; naribus distantibus non valvatis, posterioribus oculi margini supero-anteriori approximatis; rostro oculo paulo breviore, cum maxillis protractis dimidiam capitis

longitudinem aequante; osse suborbitali anteriore margine inferiore convexo, supra angulum oris pupillae diametro humiliore; maxilla superiore sub oculi dimidio anteriore desinente, horizontaliter maxime protractili; dentibus, maxillis minimis, vomerinis parvis in thurmam ovalem dispositis; squamis maxillam superiorem inter et limbum praeoperculi in series 13 circ. transversas dispositis; praeoperculo limbo alepidoto margine posteriore rectiusculo, angulo obtuse rotundato leviter denticulato; operculo angulo spinula plana. linea laterali rectiuscula singulis squamis tubulo simplice notata; fascia squamarum temporali distincta nulla; squamis corpore 80 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 26 circ. in serie transversali anum inter et pinnam dorsalem, 10 circ. lineam lateralem inter et spinas dorsales medias; pinna dorsali spinis gracilibus anterioribus 10 membrana unitis 2ª 3ª et 4ª ceteris longioribus $1\frac{1}{2}$ ad $1\frac{2}{3}$ in altitudine corporis, posterioribus 4 solitariis brevibus postice membrana triangulari brevi munitis; dorsali radiosa dorsali spinosa duplo circ. breviore et duplo circ. humiliore; pectoralibus acutis capite absque rostro non vel vix brevioribus; ventralibus acutis capitis parte postoculari vix longioribus; anali spinis gracilibus 1ª brevissima, 2ª et 3ª subaequalibus radiis anterioribus paulo brevioribus; caudali profunde incisa lobis acutiusculis capitis parte postoculari vix longioribus; colore corpore superne coeruleo, inferne argenteo vel margaritaceo; dorso vittis 3 longitudinalibus albidis vel albidoroseis; iride argentea vel flava; pinnis flavescente-hyalinis.

B. 6. D. 14/10 vel 14/11. P. 2/13 ad 2/15. V. 1/5. A. 3/10 ad 3/12. C. 1/15/1 et lat. brev.

Syn. *Emmelichthys leucogrammicus* Blkr, Verh. Bat. Gen. XXIII Maen. p. 10; Faun. ichth. Jav. spec. nov. Nat. T. Ned. Ind. I p. 103.

Erythrichthys leucogrammicus Günth., Cat. Fish. I p. 396; Blkr, Atl. ichth. Tab. 294 Perc. tab. 16 fig. 2.

Hal. Celebes (Macassar), Bulucumba; Buro (Kajeli); Amboina in mari.

Longitudo 13 speciminum 55‴ ad 99‴.

Rem. Il paraît que cette espèce reste dans des dimensions petites, le plus grand de mes individus ne mesurant pas même un décimètre. Je ne l'ai reçue que de la côte sud de Célèbes et des deux îles sus-nommées de l'Archipel des Moluques.

CAESIO Comm.

Corpus oblongum vel elongatum compressum squamis mediocribus vel parvis ciliatis vestitum. Caput vertice, fronte et ossibus opercularibus squamatum. Fascia squamarum temporalis valde distincta. Rostrum, os suborbitale maxillaeque alepidotae. Dentes maxillis, vomerini (quum adsunt) et pharyngeales parvi acuti, palatini nulli. Maxilla superior mediocriter vel valde protractilis. Rictus mediocris. Praeoperculum margine libero edentulum vel leviter denticulatum. Operculum spina vera nulla. Squamae corpore in series horizontales dispositae. Pinnae, dorsalis indivisa tota vel dimidio basali squamata spinis 10 vel 11 gracilibus, analis spinis 3, pectorales acutae, caudalis lobis acutis radiis divisis 15. B. 6. Pseudobranchiae. Vesica aërea simplex.

Rem. Après avoir séparé du genre Caesio le Caesio pinjalo et le Caesio gymnopterus, dont le premier est un Pinjalo et le second un Smaris, les espèces insulindiennes de Caesio actuellement connues sont au nombre de neuf. Bien que la plupart de ces espèces soient fort voisines les unes des autres, et ne se fassent distinguer que par quelques différences dans les proportions du corps, dans le système d'écaillure et dans les détails de la coloration, il y en a qui sont remarquables soit par la petitesse des écailles, soit par la protractilité extraordinaire des mâchoires, soit enfin par une formule fort différente de la nageoire dorsale.
L'exposé suivant en résume les caractères principaux.

I. Dorsale à 10 épines et à 14 jusqu'à 17 rayons mous.
A. 56 à 65 écailles dans la ligne latérale. Bouche médiocrement protractile en tuyau court dirigé obliquement en bas.

a. Mâchoires à quelques dents antérieures de la rangée externe coniques et notablement plus grandes que les autres. 58 à 60 écailles dans la ligne latérale, 8 au-dessus de la ligne latérale.

aa. Bande squammeuse temporale du double seulement plus longue que large. Hauteur du corps $2\frac{4}{5}$ à presque 3 fois dans sa longueur sans la caudale. Corps et nageoires sans bandes ni taches. D. 10/15 ou 10/16. A. 3/11 ou 3/12.

1. *Caesio erythrogaster* K. V. H.

b. Mâchoires à dents de la rangée externe égales.

aa. Environ 56 écailles dans la ligne latérale, 6 ou 7 au-dessus de la ligne latérale. Bande squammeuse temporale moins du triple plus longue que large. Hauteur du corps $2\frac{2}{3}$ fois dans la longueur sans la caudale. Corps sans bandes. Lobes de la caudale à bout noirâtre. D. 10/14 ou 10/15. A. 3/11 ou 3/12.

2. *Caesio lunaris* Ehr.

bb. 63 à 65 écailles dans la ligne latérale. Hauteur du corps 3 à 4 fois dans sa longueur sans la caudale.

†. 5 ou 6 rangées longitudinales d'écailles au-dessus de la ligne latérale. Bande squammeuse temporale 3 fois plus longue que large. Corps sans bandelettes ni taches. Caudale sans taches ni bandes. D. 10/15 à 10/17. A. 3/12 à 3/14.

3. *Caesio xanthonotus* Blkr.

†'. 7 rangées longitudinales d'écailles au-dessus de la ligne latérale. Corps sans bandelette dorée. D. 10/14 ou 10/15.

§. Lobes de la caudale à bout noirâtre. Bande squammeuse temporale 3 fois plus longue que large. A. 3/11 ou 3/12.

4. *Caesio pisang* Blkr.

§'. Lobes de la caudale à bandelette longitudinale noire. Corps semé de taches bleues. A 3/13.

5. *Caesio maculatus* CV.

†''. 8 ou 9 rangées longitudinales d'écailles au-dessus de la ligne latérale. D. 10/14 à 10/16. A. 3/12 ou 3/13. Corps à bandelette longitudinale dorée.

§. Bandelette dorée située au-dessus de la ligne latérale. Lobes de

la caudale à bande longitudinale violâtre. Bande squammeuse temporale 3 fois plus longue que large.

6. *Caesio coerulaureus* Lac.

§. Bandelette dorée située au-dessous de la ligne latérale. Lobes de la caudale à bout noirâtre. Bande squammeuse temporale moins de 3 fois plus longue que large.

7. *Caesio chrysozona* C. V. H.

B. Environ 80 écailles dans la ligne latérale, 10 au-dessus de la ligne latérale. Mâchoires fortement protractiles en forme de tube dirigé horizontalement en avant.

a. Hauteur du corps environ $3\frac{1}{2}$ fois dans sa longueur sans la caudale. Bande squammeuse temporale un peu plus de deux fois plus longue que large. D. 10/14 ou 10/15. A. 3/12 ou 3/13. Corps à deux bandelettes longitudinales brunâtres. Lobes de la caudale à bout noirâtre.

8. *Caesio digramma* Blkr.

II. Dorsale à 11 épines et à 21 rayons mous. Bouche protractile en tube horizontal.

A. Environ 73 écailles dans la ligne latérale, 6 au-dessus de la ligne latérale. Hauteur du corps 4 fois dans sa longueur sans la caudale. Corps à bandelette longitudinale bleue bordée de brun. Lobes de la caudale à bandelette longitudinale brune. A. 3/13.

9. *Caesio multiradiatus* Steind.

Caesio erythrogaster K. V. H., CV., Poiss. VI p. 333 tab. 166; Blkr., Verh. Bat. Gen. XXIII Maen. p. 9; Kner, Zool. Reis. Novara, Fisch. p. 64; Atl. ichth. Tab. 312 Perc. tab. 34 fig. 3.

Caes. corpore oblongo compresso, altitudine $2\frac{2}{3}$ ad 3 fere in ejus longitudine absque-, $3\frac{1}{4}$ ad 4 fere in ejus longitudine cum pinna caudali; latitudine corporis 2 ad $2\frac{1}{3}$ in ejus altitudine; capite $3\frac{1}{4}$ ad 4 in longitudine corporis absque-, $4\frac{1}{4}$ ad 5 in longitudine corporis cum pinna caudali; altitudine capitis 1 et paulo ad 1 fere, latitudine capitis $1\frac{3}{5}$ ad 2 fere in ejus longitudine; oculis diametro $2\frac{2}{3}$ ad 4 fere in longitudine capitis, diametro 1

fere ad $1\frac{1}{3}$ distantibus; fronte usque supra oculi partem anteriorem squamosa; linea rostro-frontali rectiuscula vel concaviuscula; rostro oculo multo ad paulo breviore cum maxillis protractis oculo longiore; naribus sat approximatis sat longe ante oculum et infra orbitae marginem superiorem perforatis; osse suborbitali supra angulum oris pupillae diametro humiliore; maxilla superiore sub oculi parte anteriore desinente oblique deorsum mediocriter protractili; dentibus maxillis parvis anticis utroque latere 2 vel 1 conicis ceteris conspicue majoribus, vomerinis in thurmam triangularem dispositis; squamis genis maxillam superiorem inter et limbum praeoperculi in series 8 vel 9 transversas dispositis; praeoperculo limbo alepidoto, margine posteriore non emarginato angulo obtuse rotundato non ad leviter denticulato vel crenato; operculo angulo in spinulam planam desinente; fascia squamarum temporali cum fascia lateris oppositi confluente, duplo circiter longiore quam lata, squamis in series 10 circ. transversas, in series 4 vel 5 longitudinales dispositis; linea laterali mediocriter curvata, singulis squamis tubulo simplice notata; squamis corpore leviter ciliatis, 58 ad 60 circ. in serie longitudinali angulum aperturae brachialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 23 circ. in serie transversali anum inter et pinnam dorsalem, 8 circ. lineam lateralem inter et mediam dorsalem spinosam; pinna dorsali squamosa, parte spinosa parte radiosa paulo breviore sed multo altiore et corpore duplo ad triplo humiliore, spinis gracilibus 3ª, 4ª et 5ª ceteris longioribus, postica radio 1° non humiliore; dorsali radiosa corpore plus triplo ad plus quadruplo humiliore, margine superiore rectiuscula vel convexa, postice acutangula; pectoralibus acutis capite vix ad multo longioribus; ventralibus acutis capite absque rostro non ad paulo brevioribus; anali squamosa spinis gracilibus 1ª brevissima, 2ª et 3ª subaequalibus radiis anterioribus vix brevioribus dorsali spinosa minus duplo humilioribus; caudali profunde incisa lobis acutis capite longioribus; colore capite antice et dorso antice coeruleo, dorso postice, lateribus caudaque flavo, ventre margaritaceo vel roseo; iride flavescente; pinnis dorsali et caudali flavis, ceteris roseo-vel

violascente-hyalinis, dorsali superne fusco vel nigricante, anali inferne coerulescente vel albido marginatis.

B. 6. D. 10/15 ad 10/17. P. 2/17. V. 1/5. A. 3/11 vel 3/12. C. 1/15/1 et lat. brev.

Syn. *Geelstaert* Nieuh., Gedenkw. Zee- en Lantr. p. 269, fig.
Geelstardt i. e. *Xanthurus indicus* Will., Hist. Pisc. App. p. 2 tab. 3 fig. 1.
Sparus cuning Bl., Ausl. Fisch. V p. 31 tab. 263 fig. 1; Lac., Poiss. IV pag. 113?
Cychla cuning Bl. Schn., Syst. p. 336?
Caesio cuning CV., Poiss. VI pag. 334?
Caesio erythropterus Blkr, Negende bijdr. vischf. Banka, Nat. T. N. Ind. XVIII pag. 365 (err. impr.)
Odontonectes erythrogaster Günth., Cat. Fish. I pag. 265.
Ekor-kuning Mal. Batav.

Hab. Sumatra (Telokbetong, Priaman, Siboga); Nias; Batu; Singapura; Bintang (Rio); Bangka (Muntok); Duizend-ins; Java (Batavia, Bantam); Bawean; Celebes (Macassar, Bulucomba, Badjoa); Halmaheira (Sindangole); Amboina; Ceram (Piru); in mari.

Longitudo 22 speciminum 90‴ ad 355‴.

Rem. L'erythrogaster appartient au groupe à 10 épines dorsales, à environ 60 écailles dans la ligne latérale et à bouche médiocrement protractile, et s'y distingue par la hauteur relative du corps, par les grosses dents sur le devant des mâchoires, par la grande largeur de la bande squammeuse temporale, par les 8 rangées longitudinales d'écailles au-dessus de la ligne latérale, et par l'absence de bandes ou de taches sur le corps et sur les nageoires. La présence de dents vomériennes, dans les Caesio, n'est que d'une valeur fort subordonnée. Dans l'erythrogaster le groupe de ces dents est assez développé, mais il existe aussi dans plusieurs autres espèces, bien qu'il ne soit pas toujours constant dans les individus d'une même espèce.

L'ekor-kuning est une des espèces les plus anciennement con-

nues de l'Insulinde. On la reconnaît fort bien dans la figure de Nieuhof. A Batavia elle est assez commune, mais on ne la pêche que près des récifs des îles de la rade. Sa chair, quoique servie souvent sur les tables des Européens, est médiocrement estimée et peu savoureuse.

Caesio lunaris Ehr., CV., Poiss. VI p. 332; Less., Voy. Coq. Zool. II p. 186 Poiss. tab. 34; Rüpp. N. Wirb. Fisch. p. 120; Blkr. N. bijdr. Perc., Sciaen. etc., Nat. T. Néd. Ind. II p. 177; Günth., Cat. Fish. I p. 390; Klunz., Syn. Fisch. R. M., Verh. zool. bot. Ges. Wien XX p. 769.

Caes. corpore oblongo compresso, altitudine $2\frac{2}{3}$ circ. in ejus longitudine absque-, $3\frac{1}{2}$ circ. in ejus longitudine cum pinna caudali; latitudine corporis $2\frac{1}{2}$ circ. in ejus altitudine; capite acutiusculo $3\frac{1}{2}$ circ. in longitudine corporis absque-, $4\frac{2}{3}$ circ. in longitudine corporis cum pinna caudali; altitudine capitis 1 circ.-, latitudine capitis $1\frac{3}{4}$ ad 2 in ejus longitudine; oculis diametro 3 circ. in longitudine capitis, diametro 1 circ. distantibns; fronte usque supra oculi partem anteriorem squamosa; linea rostro-frontali concava; rostro oculo breviore, cum maxillis protractis oculo paulo longiore; naribus sat longe ante oculi marginem superiorem perforatis; osse suborbitali anteriore supra angulum oris pupillae diametro humiliore; maxilla superiore sub oculi parte anteriore desinente oblique deorsum mediocriter protractili; dentibus maxillis parvis conicis, vomerinis minimis in thurmam parvam dispositis; squamis genis maxillam superiorem inter et limbum praeoperculi in series 8 vel 9 transversas dispositis; praeoperculo limbo alepidoto, margine posteriore obtuse rotundato angulo crenato-denticulato; operculo angulo in spinulam planam desinente; fascia squamarum temporali cum fascia lateris oppositi non confluente, minus triplo longiore quam lata, squamis in series 9 circ. transversas et in series 3 longitudinales dispositis; linea laterali mediocriter curvata singulis squamis tubulo simplice notata; squamis corpore ciliatis, 56 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis,

24 vel 25 in serie transversali anum inter et pinnam dorsalem, 6 vel 7 lineam lateralem inter et mediam dorsalem spinosam; pinna dorsali squamosa, parte spinosa parte radiosa paulo breviore sed multo altiore et corpore minus triplo humiliore, spinis gracilibus 3ª, 4ª et 5ª ceteris longioribus, spina postica radio 1° vix breviore; dorsali radiosa corpore plus quadruplo humiliore margine superiore convexiuscula, postice acutangula; pectoralibus acutis capite longioribus; ventralibus acutis capite absque rostro brevioribus; anali basi squamosa spinis gracilibus 1ª brevissima 2ª et 3ª subaequalibus radiis anterioribus non brevioribus dorsali spinosa humilioribus; caudali profunde incisa lobis acutis capite longioribus; colore corpore superne coeruleo, inferne roseo-argenteo; iride flava; pinnis dorsali violacea, pectoralibus, ventralibus et anali roseis, caudali coerulescente; pectoralibus basi superne macula parva nigra; caudali apicibus loborum nigra.

B. 6. D. 10/14 vel 10/15. P. 2/19. V. 1/5. A. 3/11 vel 3/12. C. 1/15/1 et lat. brev.

Syn. *Wackum mare* Ren., Poiss. Mol. tab. 32 fig. 174
Bandt-hooft Ren., Ibid. II tab. 48 fig. 199?
Pisang-pisang Mal. Bat.

Hab. Java (Batavia), in mari.

Longitudo 2 speciminum 172‴ et 224‴.

Rem. Le Caesio lunaris est voisin de l'erythrogaster, tant par les formes que par la formule des écailles et par la dentition vomérienne. Il se distingue cependant essentiellement par une ou deux rangées longitudinales d'écailles de moins au-dessus de la ligne latérale, par la moindre largeur de la bande squammeuse temporale, par l'absence de grosses dents sur le devant des mâchoires, et par la tache noire sur le bout des lobes de la caudale et sur le haut de la base de la pectorale. L'espèce est fort rare dans l'Inde archipélagique, les deux individus de mon cabinet, provenant des récifs de Batavia, étant les seuls connus de l'Insulinde. Dans la Mer rouge elle paraît être assez commune. Elle a été trouvée aussi près des côtes de Zanzibar et de la Nouvelle. Irlande.

Caesio xanthonotus Blkr, Diagn. n. vischs. Batav., Nat. T. Ned. Ind. IV p. 466; Günth., Cat. Fish. I p. 391; Atl. ichth. Tab. 303 Perc. tab. 24 fig. 1.

Caes. corpore oblongo compresso, altitudine 3 fere ad 3 in ejus longitudine absque-, $3\frac{3}{4}$ ad 4 circ. in ejus longitudine cum pinna caudali; latitudine corporis 2 circ. in ejus altitudine; capite acuto $3\frac{1}{3}$ ad $3\frac{1}{2}$ circ. in longitudine corporis absque-, $4\frac{1}{3}$ ad $4\frac{2}{5}$ circ. in longitudine corporis cum pinna caudali; altitudine capitis $1\frac{1}{4}$ circ., latitudine capitis $1\frac{3}{4}$ ad 2 fere in ejus longitudine; oculis diametro 3 circ. in longitudine capitis, diametro 1 fere distantibus; fronte usque supra medios oculos squamosa; linea rostro-frontali leviter concava; rostro oculo multo breviore, cum maxillis protractis oculo vix breviore; naribus sat longe ante oculi partem superiorem perforatis; osse suborbitali anteriore supra angulum oris pupillae diametro plus duplo humiliore; maxilla superiore sub oculi parte anteriore desinente, subverticaliter deorsum mediocriter tantum protractili; dentibus maxillis parvis acutis, vomerinis tactu magis quam visu conspicuis; squamis genis maxillam superiorem inter et limbum praeoperculi in series 8 vel 9 transversas dispositis; praeoperculo limbo alepidoto margine posteriore leviter concavo angulo obtuse rotundato leviter crenulato vel denticulato; operculo angulo in spinulam planam desinente; fascia squamarum temporali cum fascia lateris oppositi confluente, triplo circ. longiore quam lata, squamis in series 10 circ. transversas et in series 3 vel 4 longitudinales dispositis; linea laterali mediocriter curvata singulis squamis tubulo simplice notata; squamis corpore vix conspicue ciliatis, 65 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 24 vel 25 in serie transversali anum inter et pinnam dorsalem, 5 vel 6 lineam lateralem inter et mediam dorsalem spinosam; pinna dorsali squamosa, parte spinosa parte radiosa paulo breviore sed multo altiore corpore plus duplo humiliore, spinis gracilibus 3^a, 4^a et 5^a ceteris longioribus, spina postica radio 1° vix breviore; dorsali radiosa corpore plus quadruplo humiliore margine superiore convexiuscula

postice acutangula; pectoralibus acutis capite longioribus; ventralibus acutis capite absque rostro brevioribus; anali basi squamosa spinis gracilibus 1ª brevissima, 2ª et 3ª subaequalibus radiis anterioribus non brevioribus dorsali spinosa duplo fere humilioribus; caudali profunde incisa lobis acutis capite paulo longioribus; colore corpore superne pulcherrime flavo, lateribus margaritaceo-coeruleo, inferne roseo; iride flava; vitta rostro-oculari coerulea; linea laterali fusca; pinnis imparibus pulchre flavis, dorsali fuscescente-caudali roseo- anali albo marginatis; pectoralibus ventralibusque roseis, pectoralibus basi superne macula triangulari violacea.

B. 6. D. 10/15 vel 10/16 vel 10/17. P. 2/19. V. 1/5. A. 3/12 vel 3/13 vel 3/14. C. 1/15/1 et lat. brev.

Syn. *Ekor-kuning-pisang* Mal. Batav.

Hab. Java (Batavia); Amboina, in mari.

Longitudo 2 speciminum 159‴ et 205‴.

Rem. L'espèce actuelle et celles dont la description va suivre, se distinguent des précédentes tant par leur corps plus allongé que par des écailles un peu plus nombreuses dans la ligne latérale. Elles diffèrent encore entre elles par les formules des écailles, par le degré de protractilité des mâchoires et par le système de coloration. Le xanthonotus seul a la caudale sans taches ni bandes, le dos jaune, les flancs d'un bleu nacré et le ventre rose; seul aussi il n'a que 5 ou 6 rangées longitudinales d'écailles au-dessus de la ligne latérale. Il paraît être, dans l'Insulinde, aussi rare que le lunaris, mais on ne l'a pas trouvé jusqu'ici en dehors de l'Inde archipélagique.

Caesio pisang Blkr., Derde bijdr. ichth. Amboina, Nat. T. Ned. Ind. IV p. 113; Günth, Cat. Fish. I p. 391.

Caes. corpore oblongo compresso, altitudine $3\frac{2}{5}$ ad 4 fere in ejus longitudine absque-, $4\frac{1}{2}$ ad 5 fere in ejus longitudine cum pinna caudali; latitudine corporis $1\frac{3}{4}$ circ. in ejus altitudine; capite acuto

$3\frac{1}{3}$ ad $3\frac{3}{4}$ in longitudine corporis absque-, $4\frac{1}{4}$ ad 5 fere in longitudine corporis cum pinna caudali; altitudine capitis $1\frac{1}{3}$ ad $1\frac{1}{2}$-, latitudine capitis 2 circ. in ejus longitudine; oculis diametro 3 circ. in longitudine capitis, diametro 1 fere distantibus; fronte usque supra medios oculos squamosa: linea rostro-frontali rectiuscula; rostro oculo breviore, cum maxillis protractis oculo non breviore; naribus distantibus ante oculi partem superiorem perforatis; osse suborbitali anteriore supra angulum oris pupillae diametro multo humiliore; maxilla superiore sub oculi parte anteriore desinente, subverticaliter deorsum mediocriter protractili; dentibus maxillis minimis, vomerinis conspicuis nullis; squamis genis maxillam superiorem inter et limbum praeoperculi in series 8 circ. transversas dispositis; praeoperculo limbo alepidoto margine posteriore non vel leviter concavo angulo rotundato non denticulato sed crenulato; operculo angulo in spinulam planam desinente; fascia squamarum temporali cum fascia lateris oppositi confluente, triplo circ. longiore quam lata, squamis in series 10 circ. transversas, in series 4 vel 5 longitudinales dispositis; linea laterali vix curvata, singulis squamis tubulo simplice notata; squamis corpore leviter ciliatis 65 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 20 circ. in serie transversali anum inter et pinnam dorsalem, 7 circ. lineam lateralem inter et dorsalem spinosam mediam; pinna dorsali squamosa, parte spinosa parte radiosa non vel vix breviore sed multo altiore corpore minus duplo humiliore, spinis gracilibus 3ª, 4ª et 5ª ceteris longioribus, spina postica radio 1° vix humiliore; dorsali radiosa corpore quadruplo circ. humiliore margine superiore rectiuscula, postice angulata; pinnis pectoralibus acutis capite paulo brevioribus; ventralibus acutis capite absque rostro brevioribus; anali basi squamosa spinis gracilibus 1ª brevissima, 2ª et 3ª subaequalibus radio 1° non brevioribus dorsali spinosa duplo fere humilioribus; caudali profunde incisa lobis acutis capite vix brevioribus, colore corpore pinnisque roseo; iride flavescente; squamis dorso lateribusque superne singulis basi macula coerulea; linea laterali fusca; caudali apicibus nigra.

B. 6. D. 10/14 vel 10/15. P. 2/16 vel 2/17. V. 1/5. A. 3/11 vel 3/12. C. 1/15/1 et. lat. brev.

Syn. *Pisang-pisang* Mal. Bat.

Hab. Java (Batavia); Celebes (Manado); Ternata; Amboina; in mari.

Longitudo 14 speciminum 90‴ ad 150‴.

Rem. Cette espèce a de commun avec le Caesio lunaris l'absence de bandelette céphalo-caudale et une tache noirâtre sur le bout des lobes de la caudale, mais elle est du reste fort distincte par son corps notablement plus allongé, par la couleur rose du dos, par l'absence de dents vomériennes, par environ dix écailles de plus dans la ligne latérale, par la bande squammeuse temporale qui est relativement moins large, etc. On ne la connaît jusqu'ic que des mers citées.

Caesio maculatus CV., Poiss. VI p. 331; Gunth., Cat. Fish. I p. 391.

Descriptio Cuviero-Valenciennesiana sequens.

„Caudale rouge, marquée d'une raie longitudinale noire sur chaque lobe. Une tache noire sur la base de la pectorale. Corps sans bande longitudinale, d'un vert métallique mélangé de teintes jaunes et semé de taches bleu de ciel, dont quelques-unes passent au verdâtre. Le ventre est argenté. Toutes les nageoires, la caudale exceptée, sont grises. L'iris est d'un beau jaune. D. 10/15. A. 3/13. Long. onze pouces. Hab. Vanicolo."

Rem. Cette espèce habite aussi les mers d'Amboine, de Chine et de Madagascar. M. Günther donne la formule des écailles = Lin. lat. 65. L. transv. 7/14, et la hauteur du corps égale à la longueur de la tête et mesurant quatre fois dans la longueur totale.

Je ne possède pas cette espèce. Elle doit être fort voisine du Caesio coerulaureus dont elle ne paraît se distinguer que par l'absence de bande céphalo-caudale, par les taches bleues du corps, par une rangée longitudinale d'écailles de moins au-dessus

de la ligne latérale et par une tête relativement moins petite. Sa place naturelle paraît être entre le coerulaureus et le pisang.

Caesio coerulaureus Lac., Poiss. III p. 86; CV., Poiss. VI p. 434; Blkr, Verh. Bat. Gen. XXIII. Maen. p. 8; Günth., Cat. Fish. I p. 392; Kner, Zool. Reis. Novar., Fisch. p. 65; Klunz., Syn. Fisch. R. M., Verh. zool. bot. Ges. Wien XX p. 770.

Caes. corpore oblongo compresso, altitudine 3 ad $3\frac{3}{4}$ in ejus longitudine absque-, 4 ad $4\frac{2}{3}$ in ejus longitudine cum pinna caudali; latitudine corporis $1\frac{2}{3}$ ad $1\frac{3}{4}$ in ejus altitudine; capite acuto, $3\frac{1}{3}$ ad 4 fere in longitudine corporis absque-, $4\frac{1}{4}$ ad 5 fere in longitudine corporis cum pinna caudali; altitudine capitis $1\frac{1}{4}$ ad 1 et paulo, latitudine capitis $1\frac{3}{4}$ ad 2 fere in ejus longitudine; oculis diametro 3 fere ad 3 in longitudine capitis, diametro $\frac{3}{4}$ ad 1 distantibus; fronte usque supra medios oculos squamosa; linea rostro-frontali recta vel concaviuscula; rostro oculo breviore, cum maxillis porrectis oculo non vel vix breviore; naribus sat distantibus, ante oculi partem superiorem perforatis; osse suborbitali anteriore supra angulum oris pupillae diametro multo humiliore; maxilla superiore sub oculi parte anteriore desinente, oblique deorsum mediocriter protractili; dentibus maxillis minimis, vomerinis conspicuis nullis; squamis genis maxillam superiorem inter et limbum praeoperculi in series 10 circ. transversas dispositis; praeoperculo limbo alepidoto, margine posteriore obliquo, angulo obtusiuscule rotundato denticulato-crenato; operculo angulo in spinulam planam non pungentem desinente; fascia squamarum temporali fasciae lateris oppositi contigua, triplo circ. longiore quam lata, squamis in series 12 circ. transversas et in series 4 longitudinales dispositis; linea laterali parum curvata singulis squamis tubulo simplice notata; squamis corpore leviter ciliatis 63 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 23 circ. in serie transversali anum inter et pinnam dorsalem, 8 lineam lateralem inter et mediam dorsalem spinosam; squamis supra et infra lineam lateralem

in series rectas horizontales dispositis; pinna dorsali squamosa, parte spinosa parte radiosa sat multo breviore sed multo altiore, corpore duplo ad minus duplo humiliore, spinis gracillimis 3ª, 4ª et 5ª ceteris longioribus, postica radio 1° non humiliore; dorsali radiosa corpore quadruplo ad plus quadruplo humiliore, margine superiore rectiuscula postice angulata; pectoralibus acutis capite non ad paulo longioribus; ventralibus acutis capite absque rostro brevioribus; anali squamosa spinis gracilibus 1ª brevissima, 2ª et 3ª subaequalibus radiis anterioribus vix brevioribus dorsali spinosa duplo ad minus duplo humilioribus; caudali profunde incisa lobis acutis capite paulo ad non longioribus; colore corpore superne coeruleo, inferne margaritaceo; iride flavescente; vitta sat lata cephalo-caudali aurea supra lineam lateralem decurrente eaeque maxime approximata; linea laterali fusca; pinnis dorsali, pectoralibus analique pallide roseis, ventralibus albescentibus, caudali violascente-rosea; caudali utroque lobo fascia longitudinali coerulescente-violacea vel violascente-purpurea; axillis et pectoralibus basi superne macula nigra.

B. 6. D. 10/15 vel 10/16. P. 2/19. V. 1/5. A. 3/12 vel 3/13. C. 1/15/1 et lat. brev.

Syn. *Waccom-visch* Valent., Amb. fig. 132; — *Losi-losi* Ibid. fig. 167?
Wackum Ren., Poiss. Mol. 1 tab. 27 fig. 46.
Caesio azuror Lac., Poiss. III p. 86; CV., Poiss. VI p. 327.
Smaris mauritianus QG., Zool. Voy. Freyc. p. 290 tab. 44 fig. 3.
Caesio coeruleotaeniatus Ehr.
Caesio azuraureus Rüpp., Reis. N. Afr. Atl., p. 130.
Caesio coerulaureus var. Cant., Catal. Mal. Fish. p. 54.
Pisang-pisang Mal. Batav.

Hab. Sumatra (Telokbetong); Nias; Singapura; Java (Batavia); Bali (Boleling); Celebes (Badjoa, Manado); Halmahera (Sindangole); Ternata; Batjan (Labuha); Buro (Kajeli); Ceram (Wahai); Amboina; Banda (Neira); in mari.

Longitudo 25 speciminum 99‴ ad 250‴.

Rem. Le Caesio actuel et le Caesio chrysozona K. V. H. sont

les espèces du genre les plus communes de l'Inde archipélagique. Elles se distinguent du lunaris, du xanthonotus et du pisang tant par les 8 ou 9 rangées longitudinales d'écailles au-dessus de la ligne latérale, que par la bandelette longitudinale dorée du corps. Toutes les deux présentent à peu près la même physionomie, mais elles se font aisément distinguer l'une de l'autre en ce que dans le coerulaureus la bandelette dorée se trouve au-dessus et dans le chrysozona au-dessous de la ligne latérale. Puis aussi la bande squammeuse temporale, dans le chrysozona, est relativement plus large et les lobes de la caudale n'y sont point marqués d'une bande longitudinale violette ou noirâtre, mais seulement d'une tache de la même couleur vers le bout des lobes. Le chrysozona, bien qu'ayant l'aisselle noire, ne montre point la tache noire sur le haut de la base de la pectorale, qui se voit si distinctement dans le coerulaureus.

Le coerulaureus est connu, hors l'Inde archipélagique, de la Mer rouge, de Zanzibar et des îles Maurice et Ceylan.

Caesio chrysozona K. V. H., CV., Poiss. VI p. 331; Blkr, Verh. Bat. Gen. XXIII Maen. p. 9; Gunth., Cat. Fish. I p. 392; Kner, Zool. Reis. Novar. Fisch. p. 65; Atl. ichth. Tab. 307, Perc. tab. 29 fig. 2.

Caes. corpore oblongo compresso, altitudine $3\frac{2}{3}$ ad 4 in ejus longitudine absque-, $4\frac{2}{3}$ ad 5 et paulo in ejus longitudine cum pinna caudali; latitudine corporis $1\frac{1}{2}$ ad $1\frac{3}{4}$ in ejus altitudine; capite acuto $3\frac{1}{2}$ ad 4 in longitudine corporis absque-, $4\frac{1}{2}$ ad 5 in longitudine corporis cum pinna caudali; altitudine capitis $1\frac{1}{5}$ ad $1\frac{1}{3}$-, latitudine capitis $1\frac{1}{2}$ ad 2 in ejus longitudine; oculis diametro 3 fere ad 3 et paulo in longitudine capitis, diametro $\frac{3}{4}$ ad 1 distantibus; fronte usque supra medios oculos squamosa; linea rostro-frontali rectiuscula; rostro oculo breviore, cum maxillis protractis oculo longiore; naribus distantibus ante oculi partem superiorem perforatis; osse suborbitali anteriore supra angulum oris pupillae diametro multo humiliore; maxilla superiore sub oculi parte anteriore desinente, oblique deorsum mediocriter protractili;

dentibus intermaxillaribus conicis parvis, inframaxillaribus minimis, vomerinis nullis vel vix conspicuis; squamis genis maxillam superiorem inter et limbum praeoperculi in series 10 circ. transversas dispositis; praeoperculo limbo alepidoto, margine posteriore non concavo, angulo obtuse rotundato crenulato vel leviter denticulato; operculo angulo in spinulam planam vix conspicuam desinente; fascia squamarum temporali cum fascia lateris oppositi confluente, minus triplo longiore quam lata, squamis in series 12 circ. transversas et in series 5 circ. longitudinales dispositis; linea laterali leviter tantum curvata, singulis squamis tubulo simplice notata; squamis corpore leviter ciliatis 63 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 23 vel 24 in serie transversali anum inter et pinnam dorsalem, 8 vel 9 lineam lateralem inter et mediam dorsalem spinosam; dorsali squamosa, parte spinosa parte radiosa paulo breviore sed multo altiore corpore minus duplo humiliore, spinis gracilibus 3ª, 4ª et 5ª ceteris longioribus, postica radio 1° non vel vix breviore; dorsali radiosa corpore plus triplo ad quadruplo humiliore margine superiore rectiuscula postice acutangula; pectoralibus acutis capite non ad vix brevioribus, ventralibus acutis capite absque rostro brevioribus; anali squamosa spinis gracilibus 1ª brevissima, 2ª et 3ª subaequalibus radiis anterioribus non vel vix brevioribus dorsali spinosa duplo fere humilioribus; caudali profunde incisa lobis acutis capite non ad vix brevioribus; colore corpore superne profunde coeruleo, inferne roseo-argenteo; iride flavescente; fascia oculo-caudali aurea sub linea laterali eamque postice secante; pinnis dorsali, pectoralibus et caudali roseis, ventralibus et anali flavescentibus vel pallide roseis; caudali apicibus nigra; axilla nigricante; (dorso interdum insuper vitta longitudinali aurea gracili lineae dorsali multo magis quam lineae laterali approximata).

B. 6. D. 10/14 vel 10/15 vel 10/16. P. 2/18. V. 1/5. A. 3/12 vel 3/13. C. 1/15/1 et lat. brev.

Syn. *Caesio striatus* Blkr, Topogr. Batav., Nat. geneesk. Arch. Ned. Ind. II p. 521 (nec Rüpp.)

Pisang-pisang Mal. Bat.

Hab. Nias; Java (Batavia, Bantam); Duizend-ins; Bawean; Celebes (Macassar, Bonthain, Badjoa); Flores (Larantuca); Ternata; Amboina; Banda (Neira); in mari.

Longitudo 29 speciminum 85‴ ad 240‴.

Rem. Cette espèce, fort commune à Batavia, et s'étendant jusque dans les Moluques, n'a pas été trouvée hors de l'Insulinde. La bandelette caractéristique dorée se trouve toujours au-dessous de la ligne latérale, mais je possède un individu presque adulte, où se trouve une seconde bandelette dorée près du profil du dos, mais qui du reste a la tache noirâtre sur le bout des lobes de la caudale et tous les autres caractères de l'espèce. Quoique fort voisin du coerulaureus, le chrysozona paraît avoir constamment, dans les individus d'égale longueur, le corps un peu plus allongé.

Caesio digramma Blkr, Descr. espèc. inéd. poissons Arch. des Moluques, Ned. T. Dierk. II p. 180.

Caes. corpore oblongo compresso, altitudine $3\frac{3}{5}$ circ. in ejus longitudine absque-, $4\frac{1}{3}$ circ. in ejus longitudine cum pinna caudali; latitudine corporis 2 fere in ejus altitudine; capite acuto $3\frac{3}{5}$ circ. in longitudine corporis absque-, $4\frac{1}{3}$ circ. in longitudine corporis cum pinna caudali; altitudiue capitis $1\frac{1}{4}$ ad $1\frac{1}{3}$-, latitudine capitis 2 circ. in ejus longitudine; oculis diametro 3 circ. in longitudine capitis, minus diametro 1 distantibus; fronte usque supra oculi partem anteriorem squamosa; linea rostro-frontali declivi rectiuscula; rostro oculo breviore, cum maxillis protractis oculo longiore; naribus parum distantibus, ante pupillae partem superiorem perforatis; osse suborbitali anteriore supra angulum oris pupillae diametro multo humiliore; maxilla superiore sub oculi parte anteriore desinente subhorizontaliter valde protractili; dentibus maxillis minimis, vomerinis nullis; squamis genis maxillam superiorem inter et limbum praeoperculi in series 9 circ. transversas dispositis; praeoperculo limbo alepidoto, obtuse rotundato angulo denticulato-crenato; operculo angulo in spinam planam desinente;

linea laterali vix curvata singulis squamis tubulo simplice notata; fascia squamarum temporali cum fascia lateris oppositi confluente, paulo plus duplo longiore quam lata, squamis in series 12 circ. transversas, in series 4 vel 5 longitudinales dispositis; squamis corpore ciliatis 80 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 26 circ. in serie transversali anum inter et pinnam dorsalem, 10 circ. lineam lateralem inter et mediam dorsalem spinosam; pinna dorsali squamosa, parte spinosa parte radiosa paulo longiore et multo altiore, corpore duplo circ. humiliore, spinis gracilibus 2ª, 3ª et 4ª ceteris longioribus; dorsali radiosa corpore triplo vel plus triplo humiliore margine superiore concaviuscula, antice et postice acutangula; pectoralibus acutis capite absque rostro longioribus; ventralibus acutis capite absque rostro brevioribus; anali basi squamosa spinis gracilibus, 1ª brevissima, 2ª et 3ª subaequalibus radiis anterioribus non brevioribus dorsali spinosa humilioribus; caudali profunde incisa lobis acutis capite absque rostro longioribus; colore corpore superne coerulescente, inferne margaritaceo-roseo; rostro maxillisque antice fuscis; iride flava superne fusca; vittis corpore utroque latere 2 fuscis, superiore nucho-dorsali lineae dorsali magis quam lineae laterali approximata et dorso caudae desinente, inferiore oculo-caudali lineae laterali maxime approximata eamque postice secante et basi pinnae caudalis superiore desinente; pinnis flavis vel flavescente-roseis; caudali apice loborum nigricante; axilla macula sat magna nigra.

B. 7. D. 10/14 vel 10/15. P. 2/19. V 1/5. A. 3/12 vel 3/13. C. 1/15/1 et lat. brev.

Hab. Amboina, in mari.

Longitudo speciminis unici 93‴.

Rem. Le Caesio digramma est fort distinct de toutes les espèces précédentes. Il a les rangées transversales d'écailles et les rangées longitudinales d'écailles au-dessus de la ligne latérale plus nombreuses, les nageoires dorsale et anale squammeuses seulement sur leur moitié basale et la bouche beaucoup plus protractile et

pouvant s'allonger horizontalement en avant en forme de tube. Il se fait du reste aisément reconnaître au premier coup d'œil par les deux bandelettes longitudinales brunâtres du corps et par la tache noirâtre sur le bout des lobes de la caudale. — L'individu décrit est jusqu'ici le seul qui a été observé.

Caesio multiradiatus Steind., Ichth. Mitth. (III). Verh. zool. bot. Geselsch. Wien XI 1861 p. 176 tab. 5 fig. 1.

Descriptio Steindachneriana abbreviata sequens.

„Körpergestalt länglich kompress. Grösste Leibeshöhe $\frac{1}{5}$-, Kopflänge $\frac{3}{13}$ der Totallänge. Leibesdicke $1\frac{4}{5}$ mal in der Leibeshöhe. Die Kopfbreite gleicht fast der halben Kopflänge. Der Oberkiefer reicht bis unter die Mitte des unteren Augenrandes. Kieferzähne äusserst zart, von pfriemenförmiger Gestalt; stehen nur in einer Reihe. Stiel des Zwischenkiefers etwas länger als der den oberen Mundrand bildende Theil desselben. — Durchmesser des Auges $3\frac{2}{5}$ in der Kopflänge. Entfernung beider Augen von einander = 1 Augendurchmesser. — Untere Hälfte des Operkels und Suboperculum unbeschuppt. — Circa 73 Schuppen in einer Reihe längs der Seitenlinie, 19 zwischen der Dorsale und der Ventrale. Erste Dorsalstachel $2\frac{1}{2}$ mal so kurz als der zweite, dessen Höhe der halben Körperhöhe gleicht. Der dritte und vierte Dorsalstachel die längsten. Sämmtliche Dorsalstrahlen nur an ihrer kürzeren Basalhälfte überschuppt. Dritte Analstrahl ebenso hoch wie der erste gegliederte Strahl der Anale und circa $2\frac{2}{3}$ mal in der grössten Körperhöhe. Pectorale $5\frac{1}{4}$, Ventrale $7\frac{1}{2}$, Caudale etwas mehr als 5 mal in der Totallänge. Caudale tief gabelig gespalten. — Seitenlinie parallel mit der Rückenprofillinie, circa 6 Schuppenreihen von derselben entfernt. — Ein breites tief-himmelblaues Band geht von der oberen Hälfte des hinteren Augenrandes bis zur Basis der Caudale. Die oberhalb dieser Binde liegende Schuppenreihe ist bräunlich gefärbt, wodurch ein schmaler, bräunlicher Längenstreifen entsteht, da die übrigen bis zum oberen Leibesrande hinauf liegende Schuppen nur an den Rändern bräunlich gefärbt sind. Zunächst unterhalb des intensiv himmelblauen Ban-

des sind 2—3 Reihen von Schuppen sehr leicht himmelblau gefärbt und am hinteren Rande bräunlich eingefasst. Die übrigen Schuppenreihen der unteren Leibeshälfte bis zum Bauchrande herab, sind gleich den Seitenflächen und der Unterseite des Kopfes silberweiss. Anale, Pectorale und Ventrale gelblichweiss; ebenso die Caudale, mit Ausnahme eines braunen Längenstreifens in der Mitte des oberen so wie des unteren Caudallappens. Der obere dieser Streifen ist eine Fortsetzung des braunen schmalen Bandes, welches oberhalb des breiten intensiv himmelblauen Bandes liegt."
„D. 11/21. P. 2/21. V. 1/5. A. 3/13. C. 17 (ohne Randstrahl)."
Hab. Amboina.

Rem. Cette espèce, que je ne possède pas, est une des plus remarquables du genre par les nombreux rayons de la dorsale. Du reste elle est voisine du Caesio digramma, mais elle a les écailles moins nombreuses, surtout les rangées longitudinales audessus de la ligne latérale, et le corps plus allongé. Elle se distingue aussi par la bandelette brune sur les lobes de la caudale, etc.

PINJALO Blkr.

Corpus obongum compressum, squamis mediocribus ctenoideis vestitum. Caput ossibus opercularibus squamatum, vertice, fronte, rostro, osse suborbitali maxillisque álepidotum. Fascia squamarum temporalis. Dentes maxillis, vomerini pharyngealesque acuti parvi, palatini nulli. Maxilla superior parum protractilis. Rictus mediocris. Praeoperculum margine libero crenulatum. Operculum spina vera nulla. Squamae corpore in series obliquas postrorsum adscendentes dispositae. Pinnae, dorsalis et analis squamosae, dorsali indivisa spinis gracilibus 11, analis spinis 3 et radiis 10 vel 11, pectorales acutae, caudalis emarginata radiis divisis 15. B. 6. Pseudobranchiae.

Rem. Je sépare de nouveau le Caesio pinjalo Blkr du genre Caesio, cette espèce méritant en effet d'être considérée comme type d'un genre distinct: type qui se fait reconnaître du Caesio par le vertex et le front sans écailles, par la mâchoire su-

périeure peu protractile, par la direction oblique des rangées d'écailles du corps et par les onze épines dorsales. Je n'en connais jusqu'ici que l'espèce type, décrite, déjà en l'an 1844, sous le nom de Pinjalo typus.

Pinjalo typus Blkr, Topogr. Batav., Nat. Geneesk. Arch. Ned. Ind. II p. 521.

Pinjal. corpore oblongo compresso, altitudine $2\frac{1}{3}$ ad 3 fere in ejus longitudine absque-, 3 ad $3\frac{4}{5}$ in ejus longitudine cum pinna caudali; latitudine corporis 2 et paulo ad $2\frac{1}{2}$ in ejus altitudine; capite obtuso $3\frac{1}{5}$ ad 4 in longitudine corporis absque-, $4\frac{1}{3}$ ad 5 et paulo in longitudine corporis cum pinna caudali; altitudine capitis 1 ad 1 fere-, latitudine capitis $1\frac{4}{5}$ ad 2 fere in ejus longitudine; oculis diametro $2\frac{1}{3}$ ad $3\frac{1}{2}$ in longitudine capitis, diametro $\frac{3}{4}$ ad 1 et paulo distantibus; linea rostro-frontali rectiuscula vel convexiuscula; rostro oculo multo ad paulo breviore, cum maxillis protractis oculo non ad vix longiore; naribus sat longe ante oculum ante pupillae partem inferiorem perforatis; osse suborbitali supra angulum oris pupillae diametro humiliore; maxilla superiore sub oculi parte anteriore desinente deorsum mediocriter tantum protractili; dentibus, maxillis parvis subaequalibus, vomerinis in thurmam triangularem dispositis; squamis genis maxillam superiorem inter et limbum praeoperculi in series 10 circ. transversas dispositis; praeoperculo limbo alepidoto, margine posteriore obliquo, angulo obtuse rotundato crenato-denticulato; operculo angulo in spinulam planam spuriam desinente; linea laterali valde curvata singulis squamis tubulo simplice notata; fascia squamarum temporali valde distincta cute nuda sat lata cincta, non cum fascia lateris oppositi unita, triplo ad plus triplo longiore quam lata, squamis in series 9 ad 11 transversas, in series 2 vel 3 longitudinales dispositis; squamis corpore ciliatis, 70 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 28 circ. in serie transversali anum inter et pinnam dorsalem, 8 lineam lateralem inter et dorsalem spinosam mediam; pinna dorsali squamosa, parte

spinosa parte radiosa longiore et multo altiore spinis gracilibus 3ª, 4ª et 5ª ceteris longioribus $2\frac{1}{2}$ ad 3 in altitudine corporis, spina postica radio 1° non breviore; dorsali radiosa corpore quadruplo ad sextuplo humiliore, margine superiore rectiusculo vel convexiusculo, postice angulata; pectoralibus acutis capite longioribus; ventralibus acutis capite absque rostro brevioribus; anali squamosa spinis gracilibus 1ª brevi 2ª et 3ª subaequalibus spinis dorsalibus longissimis sat multo brevioribus; caudali semilunariter incisa angulis acuta, capite longiore; colore corpore superne roseo vel fuscescente-roseo, inferne roseo-vel flavescente-argenteo; iride rosea vel flava; dorso lateribusque seriebus squamarum singulis longitudinalibus vittula violascente, vittulis dorso valde obliquis; pinnis roseis vel flavescentibus, dorsali superne late fuscescente vel nigricante, caudali postice medio et anali inferne fuscescente marginatis.

B. 6. D. 11/14 vel 11/15. P. 2/16. V. 1/5. A. 3/10 vel 3/11. C. 1/15/1 et lat. brev.

Syn. *Caesio pinjalo* Blkr, Verh. Bat. Gen. XXIII Maen. p. 10; Faun. ichth. Jav. spec. nov. Nat. T. Ned. Ind. I p. 103; Atl. ichth. Tab. 292 Perc. tab. 14 fig 3; Günth., Cat. Fish. I p. 391.

Pinjalo Mal. Batav.

Hab. Sumatra (Telokbetong, Padang); Singapura; Java (Batavia); Celebes (Macassar, Bulucomba); in mari.

Longitudo 12 speciminum 170‴ ad 455‴.

Rem. Le Pinjalo ne paraît pas s'étendre hors l'Archipel de la Sonde, et il n'y est pas même fort commun. La plupart des individus que j'en ai vus provenaient des récifs de la rade de Batavia. Il devient plus grand que les plus grandes espèces de Caesio (Caesio erythrogaster K. V. H.). Sa chair n'est pas plus estimée que celle de l'Ekor-kuning.

SMARIS Cuv. Val.

Corpus oblongum vel elongatum squamis parvis ciliatis vestitum. Caput vertice, fronte et ossibus opercularibus squamatum. Fascia

squamarum temporalis. Rostrum, os suborbitale maxillaeque alepidotae. Dentes maxillis pharyngealesque parvi acuti. Dentes vomerini et palatini nulli. Maxillae in tubum horizontalem protractiles. Rictus mediocris. Praeoperculum edentulum. Operculum spina vera nulla. Squamae corpore in series horizontales dispositae. Pinna dorsalis unica indivisa alepidota spinis 9 ad 15 gracilibus, analis spinis 3 et radiis 9 ad 15, pectorales acutae, caudalis lobis acutis radiis divisis 15. B. 6. Pseudobranchiae.

Rem. L'espèce que j'ai fait connaître sous le nom de Caesio gymnopterus ayant tous les caractères des Smaris, ne peut pas rester dans le genre Caesio. Elle se fait aisément distinguer des autres espèces de Smaris par les caractères suivants:

1. Neuf épines dorsales, dont les antérieures notablement plus longues que les postérieures. Hauteur du corps plus de 5 fois dans la longueur totale. Environ 80 écailles dans la ligne latérale, 7 ou 8 au-dessus de la ligne latérale. A. 3/12 ou 3/13. Corps à bandelettes longitudinales dorées.

1. *Smaris gymnopterus* Blkr.

Smaris gymnopterus Blkr.

Smar. corpore elongato compresso, altitudine $4\frac{3}{5}$ ad $5\frac{1}{2}$ in ejus longitudine absque-, $5\frac{1}{3}$ ad $6\frac{2}{3}$ in ejus longitudine cum pinna caudali; latitudine corporis $1\frac{1}{3}$ ad $1\frac{3}{5}$ in ejus altitudine; capite acuto, $3\frac{4}{5}$ ad $4\frac{1}{4}$ in longitudine corporis absque-, $4\frac{3}{5}$ ad $5\frac{1}{4}$ in longitudine corporis cum pinna caudali; altitudine capitis $1\frac{1}{3}$ ad $1\frac{3}{5}$-, latitudine capitis 2 fere ad 2 in ejus longitudine; oculis diametro 3 ad $3\frac{1}{3}$ in longitudine capitis, diametro $\frac{2}{3}$ ad 1 distantibus; fronte usque supra oculi partem anteriorem squamosa; linea rostro-frontali rectiuscula; rostro oculo breviore cum maxillis protractis oculo multo longiore; naribus distantibus posterioribus ante orbitae marginem supero-anteriorem perforatis; osse suborbitali supra angulum oris pupillae diametro multo humiliore; maxilla superiore sub oculi margine anteriore desinente horizontaliter maxime protractili; dentibus maxillis minimis tactu magis quam visu conspicuis; squamis genis maxillam superiorem inter et limbum

praeoperculi in series 9 circ. transversas dispositis; praeoperculo limbo alepidoto, margine posteriore obliquo non vel vix concavo angulo obtuse rotundato edentulo; operculo spinula nulla; fascia squamarum temporali cum fascia lateris oppositi confluente, duplo circ. longiore quam lata, squamis in series 15 circ. transversas in series 4 ad 6 longitudinales dispositis; linea laterali non vel vix curvata singulis squamis tubulo simplice notata; squamis corpore leviter ciliatis 80 in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 19 vel 20 in serie transversali anum inter et pinnam dorsalem, 7 vel 8 lineam lateralem inter et mediam dorsalem spinosam; pinna dorsali alepidota, parte spinosa parte radiosa sat multo breviore sed multo altiore, corpore minus duplo humiliore, spinis gracilibus 2ª 3ª et 4ª ceteris longioribus, postica radio 1° paulo breviore; dorsali radiosa corpore triplo ad plus triplo humiliore margine superiore rectiuscula postice acutangula; pectoralibus acutis capite absque rostro paulo longioribus; ventralibus acutis capitis parte postoculari non vel vix longioribus; anali alepidota, spinis gracilibus 1ª brevissima, 2ª et 3ª aequalibus radiis anterioribus paulo brevioribus dorsali spinosa humilioribus; caudali profunde incisa lobisacutîs capite brevioribus; colore corpore superne coerulescente, inferne margaritaceo; iride flavescente; vittis dimidio corporis superiore 4 vel 5 longitudinalibus aureis; rostro fuscescente; pinnis flavescentibus vel roseo-hyalinis.

B. 6. D. 9/15 vel 9/16. P. 2/19. V. 1/5. A. 3/12 vel 3/13. C. C/15/1 et lat. brev.

Syn. *Caesio gymnopterus* Blkr, Zevende bijdr. ichth. Ternate, Nat. T. Ned. Ind. X p. 372; Günth., Cat. Fish. I p. 394; Atl. ichth. Tab. 310, Perc. tab. 32 fig. 5.

Hab. Flores (Larantuca); Ternata; Amboina, in mari.

Longitudo 34 speciminum 60‴ ad 161‴.

Rem. Le nom de gymnopterus n'est point caractéristique pour l'espèce, considérée comme un Smaris, mais il semble inutile de lui donner un nom nouveau. — Je ne la connais que des trois îles nommées.

La Haye, Novembre 1872.

MOUVEMENT D'UN SOLIDE DANS UN LIQUIDE,

PAR

G. J. MICHAËLIS.

M. Kirchhoff [1]) a donné les équations du mouvement d'un solide qui se meut dans un liquide, en supposant: que le liquide soit homogène et incompressible; qu'il soit limité à l'infini par une surface fixe; que le frottement soit négligé; que sur le solide agissent des forces dont le potentiel est seulement dépendant de la place que le corps occupe; qu'au liquide aucune force ne soit appliquée; et que le mouvement soit issu du repos par les forces qui agissent sur le corps. Ces équations ont la forme suivante:

$$\left.\begin{aligned}
\frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial u} &= q\frac{\partial T}{\partial w} - r\frac{\partial T}{\partial v} + \alpha_1\frac{\partial A}{\partial \alpha} + \beta_1\frac{\partial A}{\partial \beta} + \gamma_1\frac{\partial A}{\partial \gamma}.\\
\frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial v} &= r\frac{\partial T}{\partial u} - p\frac{\partial T}{\partial w} + \alpha_2\frac{\partial A}{\partial \alpha} + \beta_2\frac{\partial A}{\partial \beta} + \gamma_2\frac{\partial A}{\partial \gamma}.\\
\frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial w} &= p\frac{\partial T}{\partial v} - q\frac{\partial T}{\partial u} + \alpha_3\frac{\partial A}{\partial \alpha} + \beta_3\frac{\partial A}{\partial \beta} + \gamma_3\frac{\partial A}{\partial \gamma}.\\
\frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial p} &= v\frac{\partial T}{\partial w} - w\frac{\partial T}{\partial v} + q\frac{\partial T}{\partial r} - r\frac{\partial T}{\partial q} + \alpha_2\frac{\partial A}{\partial \alpha_3} - \alpha_3\frac{\partial A}{\partial \alpha_2} +\\
&\quad + \beta_2\frac{\partial A}{\partial \beta_3} - \beta_3\frac{\partial A}{\partial \beta_2} + \gamma_2\frac{\partial A}{\partial \gamma_3} - \gamma_3\frac{\partial A}{\partial \gamma_2}.\\
\frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial q} &= w\frac{\partial T}{\partial u} - u\frac{\partial T}{\partial w} + r\frac{\partial T}{\partial p} - p\frac{\partial T}{\partial r} + \alpha_3\frac{\partial A}{\partial \alpha_1} - \alpha_1\frac{\partial A}{\partial \alpha_3} +\\
&\quad + \beta_3\frac{\partial A}{\partial \beta_1} - \beta_1\frac{\partial A}{\partial \beta_2} + \gamma_3\frac{\partial A}{\partial \gamma_1} - \gamma_1\frac{\partial A}{\partial \gamma_3}.\\
\frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial r} &= u\frac{\partial T}{\partial v} - v\frac{\partial T}{\partial u} + p\frac{\partial T}{\partial q} - q\frac{\partial T}{\partial p} + \alpha_1\frac{\partial A}{\partial \alpha_2} - \alpha_2\frac{\partial A}{\partial \alpha_1} +\\
&\quad + \beta_1\frac{\partial A}{\partial \beta_2} - \beta_2\frac{\partial A}{\partial \beta_1} + \gamma_1\frac{\partial A}{\partial \gamma_2} - \gamma_2\frac{\partial A}{\partial \gamma_1}.
\end{aligned}\right\}\quad\ldots(1)$$

---

[1]) *Journal von Crelle*, t. LXXI.

Les quantités u, v, w, désignent les mouvements d'un point quelconque du corps suivant trois axes perpendiculaires passant par ce point; tandis que p, q et r sont les vitesses angulaires autour de ces axes.

T est la force vive du système, qui, comme M. Kirchhoff l'a démontré, peut être exprimée par:

$$2T = a_{11} u^2 + a_{22} v^2 + a_{33} w^2 + a_{44} p^2 + \ldots + \\ + a_{12} uv + a_{13} uw + \text{etc.}, \ldots\ldots \quad (2)$$

qui est ainsi une fonction homogène du deuxième degré des quantités u, v, w, etc. Les constantes a_{11}, a_{22} etc. dépendent de la forme du solide et de la densité du liquide. Dans certains cas, p. e. pour une sphère et un ellipsoïde, elles peuvent être déterminées. Quand le corps est symétrique, par rapport aux trois axes perpendiculaires, dans l'expression (2) il ne reste que les six premiers termes. Tout cela a été démontré par M. Kirchhoff.

Le potentiel des forces est représenté par Λ.

Entre les axes liés au corps, représentés par x, y et z, et un système de coordonnées immobile (x_1, y_1, z_1) existent les relations:

$$x_1 = \alpha + \alpha_1 x + \alpha_2 y + \alpha_3 z.$$
$$y_1 = \beta + \beta_1 x + \beta_2 y + \beta_3 z.$$
$$z_1 = \gamma + \gamma_1 x + \gamma_2 y + \gamma_3 z.$$

M. Kirchhoff a donné la solution des équations (1) pour un solide de révolution sur lequel n'agit aucune force. En général on ne peut pas les résoudre, quand la forme du solide est arbitraire.

En faisant toutefois des suppositions particulières sur la forme du mouvement, on peut obtenir des résultats qui ont quelque importance.

En premier lieu nous supposerons qu'un solide sur lequel n'agissent point de forces se meuve autour d'un point fixe, que nous choisirons pour l'origine de ($x y z$).

Alors l'expression de la force vive prend la forme:

$$2\,T = a_{44} p^2 + a_{55} q^2 + a_{66} r^2 + a_{45} pq + \\ + a_{46} pr + a_{56} qr \ldots\ldots \quad (3)$$

Elle peut être simplifiée. Pour cela, nous introduisons dans le corps un nouveau système de coordonnées, dont l'origine est aussi le point fixe.

Les deux systèmes sont liés par les relations:

$$x = a\,x' + b\,y' + c\,z'$$
$$y = a'x' + b'y' + c'z'$$
$$z = a''x' + b''y' + c''z'.$$

Les composantes des vitesses angulaires suivant les axes nouveaux seront représentées par u', v', w', p', q' et r'

En considérant que les composantes du mouvement d'un point du corps sont:

$$r\,y - q\,z$$
$$p\,z - r\,x$$
$$q\,x - p\,y,$$

ce que l'on trouve par la décomposition des vitesses angulaires, on a les équations:

$$ry - qz = a\,(r'y' - q'z') + b\,(p'z' - r'x') + c\,(q'x' - p'y')$$
$$pz - rx = a'(r'y' - q'z') + b'(p'z' - r'x') + c'(q'x' - p'y')$$
$$qx - py = a''(r'y' - q'z') + b''(p'z' - r'x') + c''(q'x' - p'y'),$$

et on en déduit que:

$$p = a\,p' + b\,q' + c\,r'$$
$$q = a'p' + b'q' + c'r'$$
$$r = a''p' + b''q' + c''r'.$$

Maintenant les coefficients a, b, c etc. peuvent être déterminés de telle manière que l'expression (3) devient:

$$2\,T = b_{44}\,p'^2 + b_{55}\,q'^2 + b_{66}\,r'^2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

Ce problème est analogue à celui de déterminer les axes d'une surface du deuxième degré. Les coefficients b_{44}, b_{55}, b_{66} seront les racines de l'équation du troisième degré, représentée par le déterminant:

$$\begin{vmatrix} a_{44} - b, & \frac{1}{2}\,a_{45} & \frac{1}{2}\,a_{46} \\ \frac{1}{2}\,a_{45}, & a_{55} - b, & \frac{1}{2}\,a_{56} \\ \frac{1}{2}\,a_{46}, & \frac{1}{2}\,a_{56}, & a_{66} - b \end{vmatrix} = o,$$

qui, comme on sait, a toujours trois racines réelles. Les équations du mouvement deviennent maintenant:

$$\left.\begin{aligned} b_{44}\frac{dp'}{dt} &= (b_{66}-b_{55})\,q'r' \\ b_{55}\frac{dq'}{dt} &= (b_{44}-b_{66})\,p'r' \\ b_{66}\frac{dr'}{dt} &= (b_{55}-b_{44})\,p'q' \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots (5).$$

Ces équations peuvent être résolues de la même manière que les équations différentielles d'Euler. Les vitesses angulaires d'un corps, qui se meut dans un liquide autour d'un point fixe, peuvent donc être exprimées par des fonctions elliptiques du temps. Seulement, en général, les axes ne coïncident pas avec les axes principaux de l'ellipsoïde d'inertie, et les coefficiënts b_{44}, b_{55}, b_{66} ne représentent plus les moments d'inertie du corps.

Le corps étant symétrique, la force vive du système contient seulement, comme nous l'avons vu, les carrés des vitesses angulaires suivant les axes de symétrie. Si un tel corps se meut autour du centre de symétrie, alors dans les équations (5) les axes des coordonnées coïncident avec les axes principaux d'inertie.

Comme nous pouvons déduire des coefficients a_{44}, a_{55} etc. quelques propriétés qui ont beaucoup de ressemblance avec celles des moments d'inertie, nous les nommons les *moments d'inertie corrigés*, d'accord en cela avec M. Clebsch, qui a nommé la différence de ces coefficients et des moments d'inertie suivant la même direction, chez un corps symétrique, *la correction des moments d'inertie*

En comparant les deux expressions (3) et (4) on en peut déduire les relations:

$$\begin{aligned} b_{44}\,a^2 + b_{55}\,b^2 + b_{66}\,c^2 &= a_{44} \\ b_{44}\,a'^2 + b_{55}\,b'^2 + b_{66}\,c'^2 &= a_{55} \\ b_{44}\,a''^2 + b_{55}\,b''^2 + b_{66}\,c''^2 &= a_{66}, \end{aligned}$$

et en les ajoutant:

$$b_{44} + b_{55} + b_{66} = a_{44} + a_{55} + a_{66}.$$

Donc, la somme des moments d'inertie corrigés suivant trois axes perpendiculaires qui se coupent dans le même point du corps est constante.

Si nous décrivons du point fixe comme centre un ellipsoïde, donné par l'équation:

$$a_{44}\,x^2 + a_{55}\,y^2 + a_{66}\,z^2 + a_{45}\,xy + a_{46}\,xz + a_{56}\,yz = 1$$

alors les axes de cet ellipsoïde ont la grandeur:

$$\sqrt{\frac{1}{b_{44}}}, \quad \sqrt{\frac{1}{b_{55}}}, \quad \sqrt{\frac{1}{b_{66}}},$$

et cet ellipsoïde nous donne, de la même manière que l'ellipsoïde de Poinsot par rapport aux moments d'inertie ordinaires, différentes propriétés des moments d'inertie corrigés.

Considérons encore une fois l'expression (2) de la force vive du système. Introduisons dans le corps un nouveau système de coordonnées, parallèle à l'autre, mais dont l'origine soit déterminée par les valeurs A, B et C de $(x\,y\,z)$. Représentons les vitesses dans le système nouveau par u', v', w', p', q' et r'. Nous trouverons, de la même manière qu'auparavant:

$$\begin{aligned} u' &= u + rB - qC. & p' &= p. \\ v' &= v + pC - rA. & q' &= q. \\ w' &= w + qA - pB. & r' &= r. \end{aligned}$$

La force vive, exprimée par les variables nouvelles, devient:

$$\begin{aligned} 2\,T = a_{11}\,u'^2 + a_{22}\,v'^2 + a_{33}\,w'^2 + (a_{44} + a_{33}\,B^2 + \\ + a_{22}\,C^2 - a_{23}\,BC + a_{24}\,C - a_{34}\,B)\,p'^2 + \text{etc.} \end{aligned}$$

Si le corps est symétrique par rapport au système $(x\,y\,z)$, le résultat devient de beaucoup plus simple; alors on obtient:

$$\begin{aligned} 2\,T = a_{11}\,u'^2 + a_{22}\,v'^2 + a_{33}\,w'^2 + (a_{44} + a_{33}\,B^2 + \\ + a_{22}\,C^2)\,p'^2 + \ldots\ldots \quad (6) \\ + (a_{55} + a_{33}\,A^2 + a_{11}\,C^2)\,q'^2 + (a_{66} + a_{22}\,A^2 + \\ a_{11}\,B^2)\,r'^2 + \text{etc.} \end{aligned}$$

Quand le corps est homogène, l'origine de $(x\,y\,z)$ est le centre de gravité. Comme les coefficients sont toujours positifs, il suit de

la formule précédente que dans un corps homogène, symétrique par rapport à trois axes perpendiculaires, les moments d'inertie corrigés sont plus petits pour les droites qui passent par le centre de gravité que pour toute autre.

Pour un corps sphérique, on a:

$$a_{11} = a_{22} = a_{33} \quad [1]).$$

Si l'on représente par H le moment d'inertie corrigé suivant un axe qui passe par le centre de la sphère, et par H' le moment suivant un axe parallèle au premier, à une distance d, alors on a l'équation:

$$H' = H + a_{11}\, d^2,$$

propriété qui a beaucoup de ressemblance avec une autre, ayant lieu pour les moments d'inertie d'un corps de forme arbitraire.

Changeons un peu les conditions dans lesquelles Kirchhoff a déduit ses équations, en supposant que la pesanteur agisse sur le corps et aussi sur le liquide; on comprend facilement qu'alors les équations (1) prennent la forme:

$$\left.\begin{aligned}
\frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial u} &= q\,\frac{\partial T}{\partial w} - r\,\frac{\partial T}{\partial v} + \gamma_1\, g\,(m - m') \\
\frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial v} &= r\,\frac{\partial T}{\partial u} - p\,\frac{\partial T}{\partial w} + \gamma_2\, g\,(m - m') \\
\frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial w} &= p\,\frac{\partial T}{\partial v} - q\,\frac{\partial T}{\partial u} + \gamma_3\, g\,(m - m') \\
\frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial p} &= v\,\frac{\partial T}{\partial w} - w\,\frac{\partial T}{\partial v} + q\,\frac{\partial T}{\partial r} - r\,\frac{\partial T}{\partial q} \\
\frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial q} &= w\,\frac{\partial T}{\partial u} - u\,\frac{\partial T}{\partial w} + r\,\frac{\partial T}{\partial p} - p\,\frac{\partial T}{\partial r} \\
\frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial r} &= u\,\frac{\partial T}{\partial v} - v\,\frac{\partial T}{\partial u} + p\,\frac{\partial T}{\partial q} - q\,\frac{\partial T}{\partial p}
\end{aligned}\right\} \quad \ldots (7)$$

quand la pesanteur agit dans la direction de z_1 et que le centre de gravité est choisi pour l'origine du système des coordonnées

[1]) *Journal v. Crelle*, t. LII. Mém. de M. Clebsch.

lié au corps. Les quantités m et m' désignent la masse du corps et celle du liquide qu'il déplace. Supposons maintenant que le solide se meuve autour d'un axe fixe. Laissons coïncider cet axe avec celui des x_1. Nommons R la distance de l'origine de $(x\,y\,z)$ à l'axe de révolution. Enfin représentons par ϑ l'angle que la droite R fait avec l'axe des z_1. Nous pouvons donc mettre:

$$\alpha = 0.$$
$$\beta = R \sin \vartheta.$$
$$\gamma = R \cos \vartheta.$$

Introduisons des coordonnées nouvelles, ayant la même origine que le système $(x\,y\,z)$. Supposons que l'axe nouveau des x' soit parallèle à la droite autour de laquelle le corps se meut, et que l'axe des z' coïncide avec la droite R. Nous employons les formules de transformation:

$$x' = a x + a' y + a'' z.$$
$$y' = b x + b' y + b'' z.$$
$$z' = c x + c' y + c'' z,$$

ce qui donne:

$$x_1 = \alpha + x' (a \alpha_1 + a' \alpha_2 + a'' \alpha_3) + y' (b \alpha_1 + b' \alpha_2 + b'' \alpha_3) + \\ + z' (c \alpha_1 + c' \alpha_2 + c'' \alpha_3).$$
$$y_1 = \beta + x' (a \beta_1 + a' \beta_2 + a'' \beta_3) + y' (b \beta_1 + b' \beta_2 + b'' \beta_3) + \\ + z' (c \beta_1 + c' \beta_2 + c'' \beta_3).$$
$$z_1 = \gamma + x' (a \gamma_1 + a' \gamma_2 + a'' \gamma_3) + y' (b \gamma_1 + b' \gamma_2 + b'' \gamma_3) + \\ + z' (c \gamma_1 + c' \gamma_2 + c'' \gamma_3).$$

De ces formules on peut déduire les relations:

$$a \alpha_1 + a' \alpha_2 + a'' \alpha_3 = 1$$
$$b \alpha_1 + b' \alpha_2 + b'' \alpha_3 = 0$$
$$c \alpha_1 + c' \alpha_2 + c'' \alpha_3 = 0$$

$$a \beta_1 + a' \beta_2 + a'' \beta_3 = 0 \qquad a \gamma_1 + a' \gamma_2 + a'' \gamma_3 = 0$$
$$b \beta_1 + b' \beta_2 + b'' \beta_3 = \cos \vartheta. \qquad b \gamma_1 + b' \gamma_2 + b'' \gamma_3 = - \sin \vartheta.$$
$$c \beta_1 + c' \beta_2 + c'' \beta_3 = \sin \vartheta. \qquad c \gamma_1 + c' \gamma_2 + c'' \gamma_3 = \cos \vartheta.$$

De ces équations on peut tirer les angles α_1, α_2, β_1, β_1, etc. On trouve:

$$\alpha_1 = a \qquad \beta_1 = b \cos \vartheta + c \sin \vartheta.$$
$$\alpha_2 = a' \qquad \beta_2 = b' \cos \vartheta + c' \sin \vartheta.$$
$$\alpha_3 = a'' \qquad \beta_3 = b'' \cos \vartheta + c'' \sin \vartheta.$$
$$\gamma_1 = c \cos \vartheta - b \sin \vartheta.$$
$$\gamma_2 = c' \cos \vartheta - b' \sin \vartheta.$$
$$\gamma_3 = c'' \cos \vartheta - b'' \sin \vartheta.$$

En substituant ces valeurs dans les équations:

$$u = \alpha_1 \frac{d\alpha}{dt} + \beta_1 \frac{d\beta}{dt} + \gamma_1 \frac{d\gamma}{dt} \qquad p = \alpha_2 \frac{d\alpha_3}{dt} + \beta_2 \frac{d\beta_3}{dt} + \gamma_2 \frac{d\gamma_3}{dt}$$
$$v = \alpha_2 \frac{d\alpha}{dt} + \beta_2 \frac{d\beta}{dt} + \gamma_2 \frac{d\gamma}{dt} \qquad q = \alpha_3 \frac{d\alpha_1}{dt} + \beta_3 \frac{d\beta_1}{dt} + \gamma_3 \frac{d\gamma_1}{dt}$$
$$w = \alpha_3 \frac{d\alpha}{dt} + \beta_3 \frac{d\beta}{dt} + \gamma_3 \frac{d\gamma}{dt} \qquad r = \alpha_1 \frac{d\alpha_2}{dt} + \beta_1 \frac{d\beta_2}{dt} + \gamma_1 \frac{d\gamma_2}{dt}$$

On obtient:

$$u = b R \frac{d\vartheta}{dt} \qquad v = b' R \frac{d\vartheta}{dt} \qquad w = b'' R \frac{d\vartheta}{dt}$$

$$p = \Big[(b' \cos \vartheta + c' \sin \vartheta)\ (c'' \cos \vartheta - b'' \sin \vartheta) - (c' \cos \vartheta - b' \sin \vartheta) \times$$
$$\times (b'' \cos \vartheta + c'' \sin \vartheta) \Big] \frac{d\vartheta}{dt},$$

$$\text{ou } p = a \frac{d\vartheta}{dt} \qquad q = a' \frac{d\vartheta}{dt} \qquad r = a'' \frac{d\vartheta}{dt}.$$

Les équations (7) deviennent:

$$\left.\begin{aligned}
A_1 \frac{d^2\vartheta}{dt^2} &= (a' A_3 - a'' A_2) \left(\frac{d\vartheta}{dt}\right)^2 + (c \cos \vartheta - b \sin \vartheta) g\, (m - m') \\
A_2 \frac{d^2\vartheta}{dt^2} &= (a'' A_1 - a A_3) \left(\frac{d\vartheta}{dt}\right)^2 + (c' \cos \vartheta - b' \sin \vartheta) g\, (m - m') \\
A_3 \frac{d^2\vartheta}{dt^2} &= (a A_2 - a' A_1) \left(\frac{d\vartheta}{dt}\right)^2 + (c'' \cos \vartheta - b'' \sin \vartheta) g\, (m - m') \\
A_4 \frac{d^2\vartheta}{dt^2} &= \Big[R\, (b' A_3 - b'' A_2) + a' A_6 - a'' A_5 \Big] \left(\frac{d\vartheta}{dt}\right)^2 \\
A_5 \frac{d^2\vartheta}{dt^2} &= \Big[R\, (b'' A_1 - b A_3) + a'' A_4 - a A_6 \Big] \left(\frac{d\vartheta}{dt}\right)^2 \\
A_6 \frac{d^2\vartheta}{dt^2} &= \Big[R\, (b A_2 - b' A_1) + a A_5 - a' A_4 \Big] \left(\frac{d\vartheta}{dt}\right)^2
\end{aligned}\right\} \ldots (8)$$

Les quantités A désignent les expressions $\frac{\partial T}{\partial u}, \frac{\partial T}{\partial v}, \frac{\partial T}{\partial w}$ etc., quand on y remplace les variables par:

$$b\,R,\; b'R,\; b''R,\; a,\; a',\; a''.$$

Si l'on ajoute les trois premières de ces équations, après les avoir multipliées par A_1 A_2 et A_3, on obtient:

$$(A_1^2 + A_2^2 + A_3^2)\frac{d^2\vartheta}{dt^2} = \Big[(b\,A_1 + b'\,A_2 + b''\,A_3)\sin\vartheta - (c\,A_1 + \\ + c'\,A_2 + c''\,A_3)\cos\vartheta\Big]\,g\,(m - m') = 0 \quad \ldots . \; (9).$$

Si l'on ajoute les trois autres équations, après les avoir multipliées par a, a' et a'', on obtient:

$$(A_4\,a + A_5\,a' + A_6\,a'')\frac{d^2\vartheta}{dt^2} - R(A_1\,c + A_2\,c' + A_3\,c'')\left(\frac{d\vartheta}{dt}\right)^2 = 0 \,..(10)$$

La première de ces équations détermine le mouvement du centre de gravité; la seconde le mouvement du corps autour des axes qui passent par ce centre.

Or si l'on multiplie la première équation par R, et si après cela on y ajoute l'autre, on obtient l'équation du mouvement du corps. Elle a la forme suivante:

$$\Big\{(A_1^2 + A_2^2 + A_3^2)\,R + (A_4\,a + A_5\,a' + A_6\,a'')\Big\}\frac{d^2\vartheta}{dt^2} - \\ - R\,(A_1\,c + A_2\,c' + A_3\,c'')\left(\frac{d\vartheta}{dt}\right)^2 + R\,\Big\{(b\,A_1 + b'\,A_2 + \\ + b''\,A_3)\sin\vartheta - (c\,A_1 + c'\,A_2 + c''\,A_3)\cos\vartheta\Big\}\,g\,(m - m') = 0 \ldots (11)$$

Elle est linéaire et du premier ordre par rapport à $\left(\frac{d\vartheta}{dt}\right)^2$. Si l'on écrit cette équation sous la forme:

$$2\,\frac{d^2\vartheta}{dt^2} - A\left(\frac{d\vartheta}{dt}\right)^2 + B\sin\vartheta - C\cos\vartheta = 0,$$

on trouve l'intégrale par substitution du produit de deux nouvelles variables:

$$\left(\frac{d\vartheta}{dt}\right)^2 = \frac{1}{1+A^2}\left\{(A\,B + C)\sin\vartheta + (B - A\,C)\cos\vartheta + c_1\,e^{A\,\vartheta}\right\}.$$

c_1 est une constante arbitraire; pour la déterminer, supposons que pour $\vartheta = \vartheta_1$ la vitesse disparaisse; alors nous avons:

$$\left(\frac{d\vartheta}{dt}\right)^2 = \frac{1}{1+A^2}\left\{\left[A\,B + C)\sin\vartheta + (B - A\,C)\cos\vartheta\right] - \right.$$
$$\left. - \left[(A\,B + C)\sin\vartheta_1 + (B - A\,C)\cos\vartheta_1\right] e^{-A(\vartheta_1 - \vartheta)}.\right\}$$

On ne peut trouver l'intégrale de cette équation que par approximation, en supposant que les amplitudes soient très petites. En développant en séries les expressions $\sin\vartheta$, $\cos\vartheta$, $e^{A\,\vartheta}$, on voit que, dans cette supposition, l'angle ϑ peut être exprimé assez exactement en fonction elliptique du temps.

Si le corps est symétrique par rapport au système $(x'\,y'\,z')$, l'équation du mouvement devient:

$$(a_{22}\,R^2 + a_{44})\,\frac{d^2\vartheta}{dt^2} + R\sin\vartheta\,(m - m')\,g = 0 \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (12).$$

Cette équation, déjà trouvée par M. Clebsch, a la même forme que celle qui détermine le mouvement du pendule ordinaire.

ARCHIVES NÉERLANDAISES

DES

Sciences exactes et naturelles.

RECHERCHES

SUR L'ACIDE

PODOCARPIQUE,

PAR

A. C. OUDEMANS Jr.

I.

SUR LA COMPOSITION ET LES PROPRIÉTÉS DE L'ACIDE PODOCARPIQUE ET DE QUELQUES-UNS DE SES DÉRIVÉS.

Introduction.

L'étude des résines n'offre en général pas beaucoup d'attrait aux chimistes, d'une part parce qu'on y rencontre souvent des matières amorphes, qui donnent peu de garanties de pureté, et d'autre part parce que la plupart des résines sont tellement complexes qu'on désespère en quelque sorte de pouvoir pénétrer leur constitution. Les recherches de M. Hlasiwetz et de plusieurs autres chimistes ont prouvé toutefois que beaucoup de résines doivent appartenir au groupe des corps aromatiques, et il est probable que l'étude approfondie de *quelques-uns* de ces produits naturels énigmatiques contribuerait notablement à éclaircir la nature d'*autres* membres de cette même classe. Pour cela, une première condition à remplir, c'est que la matière à étudier puisse être préparée facilement à l'état de pureté et donne l'espoir d'obtenir des pro-

duits de dérivation et de décomposition bien cristallisables, dont le caractère chimique puisse être déterminé à l'aide de nos moyens actuels.

Parmi différents produits naturels, que M. le Dr. J. E. de Vrij avait recueillis durant son séjour dans l'île de Java et qu'il avait généreusement mis à ma disposition pour en faire l'étude, se trouvait aussi une assez grande quantité d'une résine cristalline qui me parut satisfaire aux conditions que je viens de poser, et cela m'inspira l'idée d'essayer mes forces à un examen détaillé de la matière en question.

Une note, que M. de Vrij avait jointe à son envoi, donne au sujet de l'origine et des propriétés de ce produit naturel les renseignements suivants:

„Sur les montagnes de Java, à 4000 pieds et plus de hauteur, on trouve en abondance dans les forêts le *Podocarpus cupressina*, var. *imbricata* Blume [1]). J'avais appris par hasard que cet arbre fournit une résine amère cristallisable, et effectivement un échantillon de cette résine me fut communiqué. La facilité avec laquelle elle cristallisait me fit désirer d'en obtenir une plus grande quantité, afin de la soumettre à quelques recherches. Mes premières tentatives restèrent sans résultat, car ni en pratiquant des incisions à différents arbres, ni en traitant par l'alcool la sciure du bois, je ne recueillis la moindre trace de résine. Enfin, grâce au Wedânâ de Lembang, je fus mis en possession d'un arbre *âgé*, et en le fendant, je trouvai à l'intérieur du tronc une quantité considérable de résine, dont une partie formait de grandes masses cristallines.

„La résine est très soluble dans l'alcool à 70 pour cent, et fournit avec lui une solution colorée en jaune foncé, qui possède une saveur amère. A l'occasion d'un voyage auquel m'obligea mon service, une pareille solution de résine impure resta abandonnée à elle-même pendant quelques semaines. A mon retour, je trouvai le liquide évaporé en grande partie, et la résine déposée en cris-

---

[1]) Le nom malais de l'arbre est *djamoudjou*.

taux volumineux, mais fortement colorés. Ces grands cristaux sont entre les mains de M. le professeur Schrötter, de Vienne, à qui je les ai cédés sur sa demande.

„Depuis, je n'ai plus jamais pu obtenir de ces cristaux volumineux et durs. Il paraît qu'ils ne se déposent que d'une solution de résine impure.

„Par des cristallisations répétées, effectuées en dissolvant la matière dans l'alcool à 70 pour cent, à la température de l'ébullition, j'ai obtenu la résine en cristaux blancs, mais de faibles dimensions. Elle a un point de fusion élevé, et est assez fortement acide pour que, mise en contact avec des dissolutions de carbonates alcalins, elle en chasse l'acide carbonique. Avec l'ammoniaque elle forme un sel acide cristallisé. Je n'ose décider si la résine parfaitement pure est réellement amère. Après des cristallisations répétées, il reste une eau-mère d'une amertume extrême, qui sèche en une masse amorphe. Je présume, d'après cela, que la saveur amère est due à une matière étrangère.

„Tandis que la résine cristallise avec la plus grande facilité de ses dissolutions dans l'alcool à 70 pour cent, je n'ai pas réussi à la faire cristalliser de sa dissolution dans l'alcool *absolu*. Parfois il arrive qu'une dissolution dans l'alcool à 70 pour cent, préparée à la température de l'ébullition, se partage par le refroidissement en deux couches, dans chacune desquelles se déposent plus tard des cristaux. La couche inférieure, qui occupe le volume le plus petit, est alors celle qui donne naissance à la plus grande quantité de cristaux."

La résine qui me fut remise par M. de Vrij consistait principalement en fragments cristallins assez gros, d'une couleur jaune-brunâtre claire, mêlés à des débris de bois et à de la fine poudre de résine.

Pour en extraire le principe essentiel, blanc et cristallin, dont il été question ci-dessus et que je nommerai *acide podocarpique*,

j'ai suivi en grande partie la marche indiquée par M. de Vrij, et j'ai ainsi observé à peu près les mêmes phénomènes que lui.

La masse brute fut donc épuisée par l'alcool à 93 pour cent, puis on ajouta au liquide, après filtration, autant d'eau qu'il en pouvait supporter sans subir de trouble permanent. Au bout de quelques heures, des aiguilles cristallines commencèrent à se former, et leur quantité alla en augmentant peu à peu pendant une couple de semaines. Lorsqu'on a rencontré la bonne proportion d'alcool et d'eau, les cristaux sont simplement colorés en jaune et ont besoin tout au plus de 4 ou 5 cristallisations dans l'alcool à 73 pour cent pour être sensiblement purs. Si l'on a été un peu trop prodigue en ajoutant de l'eau à la solution alcoolique, le liquide se partage, après être devenu trouble, en deux couches, dont l'inférieure est colorée en brun foncé, la supérieure au contraire seulement en jaune clair. Dans les deux couches il se forme des cristaux; mais ceux de la couche du fond sont fortement colorés, tandis que le petit nombre de cristaux qui se déposent dans la couche d'en haut, contre les parois du vase, sont souvent presque blancs. Il importe d'éviter la production de ces deux couches, car il n'est pas possible d'amener l'acide à l'état blanc, si la matière colorante ne reste pas dans une eau-mère entièrement homogène.

La substance tout à fait blanche, que fournit la cristallisation répétée un certain nombre de fois, convient parfaitement pour la plupart des recherches, par exemple pour l'étude des produits de décomposition ou pour la préparation des produits nitrés. Mais elle n'est pas encore absolument pure, car en se dissolvant dans les alcalis elle donne rarement une dissolution incolore, mais ordinairement un liquide fortement coloré en jaune ou en brun. Pour achever de la purifier, on mêle 27 parties du produit sec avec 14 parties de carbonate sodique cristallisé et 100 parties d'eau, et on fait bouillir le tout jusqu'à ce que l'acide résineux ait disparu en entier ou presque en entier. Autant que cela est nécessaire, on réduit le liquide par évaporation, et lorsqu'il est suffisamment concentré, on obtient par refroidissement des cristaux

aciculaires d'une combinaison sodique. On sépare les cristaux de l'eau-mere au moyen du filtre de Bunsen, et on les soumet à de nouvelles cristallisations jusqu'à ce qu'ils soient devenus complétement incolores. De la dissolution sodique on précipite par l'acide chlorhydrique de l'acide podocarpique tout à fait pur, qu'au besoin on peut encore faire cristalliser dans l'alcool.

Les eaux-mères qui s'accumulent deviennent presque noires sous l'influence prolongée de la chaleur, et, outre une résine brun-grisâtre, elles contiennent probablement encore une matière colorante brune et des produits de décomposition de matières albuminoïdes, à odeur désagréable.

J'ai essayé sans succès de simplifier la purification du produit brut, en transformant immédiatement l'acide résineux en combinaison sodique par l'ébullition avec le carbonate de sodium, sans cristallisation préalable dans l'alcool. En traitant la résine brute de cette manière, on obtient un liquide brun, qui cristallise très difficilement ou ne cristallise pas du tout, et qui prend une coloration de plus en plus foncée.

L'acide obtenu constitue-t-il une matière simple et définie? C'est une question que j'ai tâché de résoudre par deux voies différentes, savoir:

1o. En soumettant une grande quantité de l'acide à la cristallisation fractionnée, et examinant les produits successifs sous le rapport de leurs caractères physiques, et spécialement quant au point de fusion et au pouvoir rotatoire spécifique.

2o. En transformant une grande quantité de l'acide résineux en sel sodique, faisant subir à celui-ci la cristallisation fractionnée, et comparant ensuite les produits de ces différentes opérations partielles.

Le résultat de cet examen a été que le produit essentiel obtenu forme une seule matière, bien définie, qui entre certainement pour environ 98 pour cent dans la résine brute. Nous allons maintenant décrire les propriétés de cette matière et de ses principales combinaisons.

---

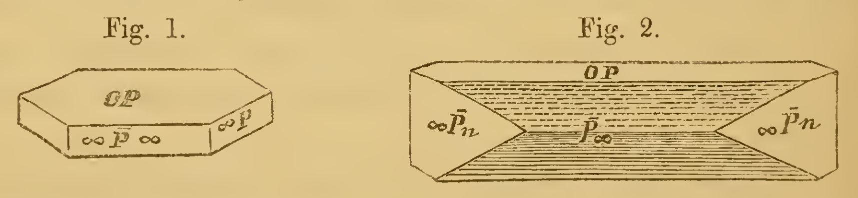
§ 1. Acide podocarpique.

$C_{17} H_{22} O_3$.

L'acide podocarpique cristallise d'une dissolution alcoolique sous différentes formes, qui appartiennent au système rhombique. Des cristaux nets prennent surtout naissance lorsque la dissolution alcoolique presque épuisée est abandonnée à elle-même. L'eau-mère extrêmement faible, qui a laissé déposer d'abord la masse principale de l'acide, puis un mélange d'acide résineux et de matière colorante brune, devient tout à fait incolore, et donne par évaporation spontanée des cristaux peu nombreux, mais bien conformés, dont les dimensions atteignent parfois dans une directions 4—5 millimètres.

Quelquefois les cristaux se présentent sous la forme de tables rhombiques, résultant de la combinaison du prisme ∞ P avec la face terminale oP et la face transversale $\infty \bar{P} \infty$. D'après quelques mesures exécutées par mon collègue M. le professeur Vogelsang, l'angle aigu latéral du prisme (fig. 1) est d'environ 88°; pour l'angle de combinaison, des déterminations répétées et suffisamment concordantes lui ont donné 136°; l'angle obtus antérieur du prisme devrait donc avoir une valeur de 92°. Les cristaux possèdent un clivage très parfait parallèlement à la face transversale. Comme les lamelles étaient extrêmenent fragiles, les mesures ont dû être prises au microscope, et par conséquent elles n'ont aucune prétention à une grande exactitude.

Une seule fois j'ai obtenu des petits cristaux un peu plus épais



(fig. 2), qui, d'après M. Vogelsang, étaient évidemment limités par un autre prisme $\infty \bar{P}$ n, la face terminale droite et plusieurs macrodomes, ces derniers réunis en combinaison dite oscillatoire et formant ainsi une face striée. Les faces $\bar{P} \infty$ se coupent sous un angle d'environ 30°; les angles latéraux du prisme vertical

ne se prêtent pas à une mesure exacte, attendu que les faces sont ternes et légèrement concaves. Elles paraissent être inclinées de 60° à 65°, de sorte que le prisme est peut-être $\infty \bar{P} \frac{3}{2}$. Le clivage dans la direction de la face transversale indique la bonne position du cristal.

L'acide podocarpique est insoluble dans l'eau, presque insoluble dans le benzol, le chloroforme et le sulfure de carbone, légèrement soluble dans l'acide acétique étendu (surtout à la température de l'ébullition), très facilement soluble dans l'alcool, l'éther et l'acide acétique cristallisable. D'une dissolution saturée dans ce dernier liquide il se sépare quelquefois par le refroidissement en amas cristallins assez grands.

Il fond à 187° — 188° C, et forme après le refroidissement un verre tranparent, qui ne redevient pas cristallin. Chauffé au-dessus du point de fusion, il s'évapore un peu, en répandant une odeur aromatique spéciale. Il ne se décompose qu'à une température passablement élevée, et donne alors pour produit essentiel une matière volatile, qui se condense en une masse amorphe visqueuse.

Il exerce une action énergique sur le plan de polarisation, qu'il dévie à droite. Les déterminations que j'ai faites au polaristrobomètre, avec une dissolution alcoolique d'un degré de concentration $\varepsilon = 0{,}092$, m'ont donné les résultats suivants (comme moyennes de 16—20 mesures):

T	$(\alpha)_D$
— 1,6	→ 136°,7
— 2,2	137 ,1
+16,8	135 ,7
+24,0	134 ,6

De ces chiffres on déduit la formule:

$$(\alpha)_D^t = \rightarrow 135°{,}7 + 0°{,}133\,(17-t) - 0°{,}00361\,(17-t)^2.$$

Pour ce qui regarde enfin la composition chimique, les résultats de l'analyse élémentaire se laissent représenter le mieux par la

formule $C_{17}H_{22}O_3$, dont l'exactitude est confirmée par les résultats obtenus dans l'analyse d'un grand nombre de sels bien cristallisés et d'autres produits de dérivation.

I.	0.2260 gr. de matière	ont donné par combustion dans l'oxygène	.....0.6147 gr. CO_2	et 0.1631 gr. H^2O
II.	0.2030 " " "		.....0.5619 " "	" 0.1495 " "
III.	0.1894 " " "		.....0.5163 " "	" 0.1392 " "
IV.	0.2231 " " "		.....0.6062 " "	" 0.1617 " "
V.	0.2060 " " "		.....0.5592 " "	" 0.1487 " "
VI.	0.2388 " " "		.....0.6515 " "	" 0.1779 " "
VII.	0.2687 " " "		.....0.7341 " "	" 0.1970 " "
VIII.	0.2243 " " "		.....0.6090 " "	" 0.1675 " "

	Calculé.		Trouvé.							
			I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
C_{17}	204	74.4	74.2	74.5	74.3	74.1	74.0	74.4	74.5	74.1
H_{22}	22	8.0	8.0	8.2	8.2	8.1	8.0	8.3	8.2	8.3
O_3	48	17.6	—	—	—	—	—	—	—	—
	274	100.0								

§ 2. Sels de l'acide podocarpique.

L'acide podocarpique se dissout très facilement dans les dissolutions de potasse ou de soude. Si à 1 molécule $C_{17}H_{22}O_3$ on ajoute 2 molécules d'hydroxyde alcalin, on obtient après évaporation un liquide sirupeux épais, qui, placé sous un exsiccateur, donne à la longue des cristaux peu distincts. Lorsque ceux-ci, par la compression dans du papier à filtre, ont été débarrassés autant que possible de l'eau-mère adhérente, on reconnaît qu'ils ne sont autre chose que le sel monopotassique ou monosodique. Si l'analyse donne une proportion de métal un peu plus élevée que la formule ne l'indique, il n'y a pas lieu de s'en étonner, quand on considère que le sel s'est déposé d'une dissolution fortement alcaline et que, à cause de la ténuité des cristaux, on peut difficilement lui enlever, par la compression entre des doubles de papier, le liquide qui le mouille.

Lorsque l'acide résineux, réduit en poudre fine, est jeté dans une solution bouillante de carbonate de potassium ou de sodium,

de l'anhydride carbonique se dégage et il se forme encore un sel monopotassique ou monosodique. Un excès de l'acide résineux reste dans ce cas inaltéré.

L'ammoniaque se comporte vis-à-vis de l'acide podocarpique d'une manière toute spéciale. Elle dissout facilement la combinaison réduite en poudre ténue, et lorsqu'on verse sur celle-ci de l'ammoniaque en solution concentrée, il se forme un liquide sirupeux épais, qui contient probablement le sel mono-ammonique. En effet, si l'on a eu soin de mettre l'ammoniaque aussi peu que possible en excès, et qu'on précipite le liquide par le nitrate d'argent, on obtient un podocarpate d'argent blanc et insoluble dans l'eau, dont la composition s'accorde à peu près avec la formule $C_{17}H_{21}AgO_3$.

La solution sirupeuse du composé ammonique dépose bientôt un sel cristallin grenu, qui est extrêmement peu soluble dans l'eau: c'est une combinaison de 1 molécule de sel mono-ammonique avec 1 molécule d'acide podocarpique.

Avec les alcalis fixes je n'ai pas réussi à produire l'analogue de cette combinaison. En dissolvant dans l'alcool 2 molécules d'acide et 1 molécule d'hydroxyde potassique ou sodique, et évaporant le liquide, on n'obtient pas autre chose qu'un liquide sirupeux. L'addition d'eau à la solution alcoolique a pour effet la séparation de 1 molécule d'acide, et dans la liqueur reste alors le sel mono-alcalin déjà plusieurs fois mentionné.

Le podocarpate acide d'ammoniaque perd de l'ammoniaque par la chaleur, et à la température de 100° C. il est ramené très rapidement à l'état d'acide podocarpique pur. Une décomposition lente a lieu aussi à la température ordinaire de l'air, comme le prouve le fait qu'un échantillon du sel, préparé par M. de Vrij en 1861, ne contenait plus trace d'ammoniaque neuf ans après, bien qu'il eût été conservé dans un tube fermé par un bouchon de liége.

De tous les podocarpates que j'ai étudiés jusqu'ici, un seul, le sel monosodique, cristallise facilement dans l'eau, avec une composition constante.

Le sel monopotassique est beaucoup plus difficile à obtenir en cristaux, et quant aux sels de baryum et de calcium, ils sont bien solubles dans l'eau et cristallins, mais ne peuvent être préparés à l'état de pureté que par double décomposition des sels barytique et calcique neutres avec le podocarpate sodique. Si l'on essaie de réaliser des combinaisons en faisant bouillir de l'eau de baryte et du lait de chaux avec de l'acide podocarpique, on voit, il est vrai, après éloignement de l'excès d'hydroxyde et évaporation, se former des sels cristallins, mais ceux-ci donnent à l'analyse une proportion de métal située entre les limites des combinaisons

$$C_{17}H_{21}m'O_3 \text{ et } C_{17}H_{20}M''O_3 \quad (m' = \tfrac{1}{2} M'').$$

Pour ce qui regarde les sels dérivés de l'acide podocarpique par le remplacement de H_2, ce n'est que par exception que j'ai pu les obtenir purs, et alors toujours en introduisant des métaux *bivalents* dans la molécule de l'acide. La tendance à former de pareilles combinaisons basiques est si grande chez certains métaux bivalents, que, par le mélange du sulfate de cuivre avec le podocarpate monosodique, de l'acide sulfurique peut être mis en liberté.

Les sels dont j'ai déterminé la composition sont représentés par les formules suivantes:

Podocarpate monopotassique	$C_{17}H_{21}KO_3 + \begin{cases} 3H_2O \\ 4H_2O \end{cases}$
Podocarpate monosodique	$C_{17}H_{21}NaO_3 + 7H_2O$
Podocarpate ammonique acide	$C_{17}H_{21}(NH_4)O_3 + C_{17}H_{22}O_3$
Podocarpate hémibarytique	$C_{17}H_{21}baO_3 + \begin{cases} 1\tfrac{1}{2}H_2O \\ 4\ H_2O \\ 4\tfrac{1}{2}H_2O \\ 7\tfrac{1}{2}H_2O \end{cases}$
Podocarpate monobarytique	$C_{17}H_{20}BaO_3 + 8H_2O$
Podocarpate hémicalcique	$C_{17}H_{21}caO_3 + 2\tfrac{1}{2}H_2O$
Podocarpate hémicuivrique	$C_{17}H_{21}cuO_3 + 5H_2O$
Podocarpate monocuivrique	$C_{17}H_{20}CuO_3 + xH_2O$
Podocarpate hémiplombique	$C_{17}H_{21}pbO_3 + 2H_2O$

Podocarpate monoplombique $C_{17}H_{20}PbO_3+H_2O$
Podocarpate plombique acide $C_{17}H_{21}pbO_3+C_{17}H_{22}O_3+5H_2O$
Podocarpate monoargentique $C_{17}H_{21}AgO_3+2^1/_2H_2O$ [1])

Parmi tous ces sels, il n'y en a qu'un qui mérite une mention spéciale, parce que son analyse a servi à confirmer la formule attribuée à l'acide podocarpique. C'est le sel monosodique, dont il a déjà été question ci dessus.

Podocarpate monosodique.

$$C_{17}H_{21}NaO_3+7H_2O.$$

Ce beau sel s'obtient facilement en dissolvant l'acide podocarpique, ou même de petits fragments de la résine brute, dans un léger excès de carbonate de sodium à la température de l'ébullition, puis évaporant et laissant cristalliser. Lorsque l'acide résineux est un peu impur la solution est colorée en jaune foncé, et les cristaux qu'elle fournit ont aussi une coloration assez intense; mais, par des cristallisations répétées, on parvient à les rendre tout à fait incolores, si l'on a soin de séparer chaque fois aussi complétement que possible, à l'aide de l'appareil à filtrer de Bunsen, l'eau-mère des cristaux, et d'appliquer la méthode du *recouvrement.*

Le podocarpate de sodium cristallise en longues aiguilles brillantes, dont la section perpendiculaire est un rhombe et qui appartiennent par conséquent au système rhombique ou monoclinoédrique. Les cristaux sont minces; ils ont un pointement obtus, mais qui manque de netteté.

Le sel est facilement soluble dans l'eau. 100 parties d'eau à 21° C. dissolvent 31,2 parties du sel cristallisé.
(1,294 gr. de la solution ont donné 0,207 gr. de sel sec = 0,208 gr. de sel cristallisé.)

L'alcool le dissout encore plus facilement que l'eau.

---

[1]) Des détails circonstanciés concernant les caractères, la préparation et la composition de ces différentes combinaisons se trouvent dans l'original hollandais de mon Mémoire. Il en est de même pour quelques sels des dérivés nitrés, dont il n'est donné ici qu'un aperçu succinct.

Pour le pouvoir rotatoire spécifique de la combinaison j'ai trouvé à 17° C. les valeurs suivantes:

Solution dans l'eau.

Degré de concentration	0,046	$(\alpha)_D = \rightarrow 82°,1$
„ „ „	0,064	$(\alpha)_D = \rightarrow 78°,8$
„ „ „	0,138	$(\alpha)_D = \rightarrow 73°,3$

Solution dans l'alcool.

Degré de concentration	0,09	$(\alpha)_D = \rightarrow 86°,1$

Le sel fraîchement cristallisé contient en tout 7 molécules d'eau de cristallisation, et possède une grande tendance à s'effleurir dans une atmosphère sèche. Une quantité pesée de sel réduit en poudre fine ayant été placée sous un exsiccateur, on a trouvé au bout de 42 jours une perte de poids de 22,7 pour cent, ce qui correspond environ à 5 molécules. A 100° C. le sel perd toute l'eau de cristallisation. A une température plus élevée, il prend rapidement une couleur brune.

L'analyse a conduit aux résultats suivants:

I. 1,0816 gr. de sel ont perdu par une dessiccation prolongée à 100°C. 0,3154gr. H_2O=29,1pct.

II. 1,0409 gr. de sel ont perdu par une dessiccation prolongée à 100°C. 0,3039gr. H_2O=29,1pct.

III. 0,3546 gr. de sel ont donné par combustion avec le chromate de plomb et le bichromate de potassium 0,6279 gr. CO_2 et 0,2712 gr. H_2O.

IV. 1,2506 gr. de sel ont donné 0,1654 gr. Na Cl.

V. 1,3372 „ „ „ „ „ 0,1770 „ Na Cl.

	Calculé		Trouvé				
			I	II	III	IV	V
C_{17}	204	48,3	—	—	48,3	—	—
H_{35}	35	8,3	—	—	8,5	—	—
Na	23	5,5	—	—	—	5,2	5,3
O_{10}	160	37,9	—	—	—	—	—
	422	100,0					
$C_{17}H_{21}NaO_3$	296	70,1	—	—	—	—	—
$7\,H_2O$	126	29,9	29,1	29,1	—	—	—
	422	100,0					

§ 3. Ethers de l'acide podocarpique.

La présence de trois atomes d'oxygène dans une molécule de l'acide podocarpique et les résultats ci-dessus rapportés de l'étude des podocarpates rendaient probable que l'acide résineux en question devait faire partie de la classe dite des oxacides.

Pour acquérir plus de certitude à cet égard, j'ai examiné aussi plusieurs éthers dérivés de l'acide, et j'ai cherché à préparer non-seulement des éthers neutres, mais aussi des acides éthérés.

Les tentatives que j'ai faites dans cette direction n'ont toutefois pas été couronnées d'un plein succès. J'ai bien réussi à obtenir les éthers monométhylique et monoéthylique, mais je n'ai pu trouver de méthode qui permît de transformer immédiatement l'acide résineux en acide éthylpodocarpique ou méthylpodocarpique.

Néanmoins, la possibilité de l'existence de pareilles combinaisons ne peut faire l'objet d'un doute, attendu qu'il existe, comme nous le verrons plus tard, un acide éthylbromopodocarpique.

Pour ce motif, j'ai cru qu'il n'y avait pas un intérêt majeur à poursuivre davantage l'étude des éthers, et je me borne en conséquence à donner ici brièvement le résultat de mes observations concernant les éthers méthylique et éthylique de l'acide résineux.

Ether monométhylpodocarpique.

$$C_{17}H_{21}(CH_3)O_3.$$

Obtenu en chauffant le sel monoargentique avec un excés d'iodure d'éthyle. L'éther se dissout facilement dans l'alcool, cristallise en petits grains et a son point de fusion à 174°C.

Ether monoéthylpodocarpique.

$$C_{17}H_{21}(C_2H_5)O_3.$$

Cet éther, préparé de la même manière que le précédent, forme de fines aiguilles cristallines, qui se dissolvent très facilement dans l'alcool et assez bien aussi dans le chloroforme; par cette dernière propriété l'éther se distingue de l'acide libre. Le point de fusion était situé, pour des produits de différentes préparations, entre 143° et 146° C.

L'analyse a fourni les résultats suivants :

I) 0,2315 de matière ont donné 0,6460 gr. CO_2 et 0,1821 gr. H_2O.
II) 0,1910 gr. de matière d'une autre préparation ont donné 0,5238 gr. CO_2 et 0,1480 gr. H_2O.

	Calculé.	Trouvé.	
		I.	II.
C	75,5	76,1	74,8
H	8,6	8,7	8,6

§ 4. Dérivés nitrés de l'acide podocarpique.

On parvient facilement à nitrer l'acide podocarpique en le chauffant avec de l'acide nitrique *étendu*. Suivant que la température et la force de l'acide varient, il se forme deux combinaisons nitrées différentes, l'acide mono- et dinitropodocarpique, ou bien un mélange de ces deux acides.

Mes premières tentatives pour réaliser la substitution nitrée échouèrent, parce que je faisais agir l'acide nitrique dans un trop grand état de concentration. Au commencement, il est vrai, et à une douce chaleur, il était facile d'observer la formation d'un produit nitré jaune; mais la suite de la réaction donnait ordinairement lieu à une effervescence subite, qui se terminait par la formation d'une résine jaune pâle, amorphe et visqueuse.

Après quelques tâtonnements, je me suis arrêté à la méthode suivante pour la préparation des deux produits nitrés.

Une certaine quantité d'acide podocarpique pur est délayée dans un mortier de porcelaine, avec de l'eau, en une bouillie claire; le mélange est versé dans un verre cylindrique, et chauffé, avec le double de son volume d'acide nitrique de 1,2 P. S., à environ 70° C., avec la précaution de remuer continuellement. L'acide résineux blanc prend peu à peu une teinte jaune foncé. Quand cette teinte ne change plus, on étend d'eau le contenu du verre, on filtre et on lave avec soin la masse solide. Aussitôt qu'une effervescence se manifeste, l'action ultérieure de l'acide nitrique doit être prévenue par l'addition d'eau froide.

La masse jaune est ensuite séchée à 100° C., puis dissoute dans l'alcool concentré et bouillant. Par le refroidissement, il se dépose de petits cristaux très brillants du premier produit nitré; l'eau mère, évaporée, donne encore une petite quantité de la même combinaison. En dernier lieu on obtient, à l'aide de l'évaporation spontanée, des cristaux qui se distinguent au premier coup d'œil des précédents, en ce qu'ils ont un aspect tétragonal[1]) et présentent à peu près la forme du ferrocyanure de potassium. Ils ont en outre une teinte jaune plus pâle, et s'attachent d'ordinaire uniformément sur les parois du vase dans le cours de l'évaporation spontanée. Ces cristaux sont formés par le produit dinitré, lequel est beaucoup plus soluble dans l'alcool. Le liquide, qui devient de plus en plus brun, refuse finalement de cristalliser, et contient alors des matières amorphes, peu propres à une étude ultérieure, et qui proviennent probablement de l'acide résineux par oxydation et substitution de NO_2 à H.

Si l'on cherche principalement à préparer le premier produit nitré, on fait bien de prendre de l'acide nitrique plus étendu que celui dont il a été question ci-dessus. Un très bon résultat est obtenu en employant un mélange de 1 partie d'acide nitrique de 1,34 P. S. avec 4—5 parties d'eau. A la longue, un résultat égal est même atteint avec des acides encore plus dilués.

Si au contraire l'acide résineux sec est broyé à froid avec de l'acide nitrique de 1,34 P. S., puis porté avec précaution à une chaleur tiède, il se forme beaucoup de produit dinitré.

Il existe d'ailleurs un moyen d'obtenir, sans beaucoup de peine, le produit dinitré tout à fait pur et exempt de produit mononitré. Ce moyen est le suivant: en chauffant légèrement 1 partie d'acide podocarpique avec 4—5 parties d'acide sulfurique concentré on prépare l'acide monosulfopodocarpique; on étend le produit brut de 40 fois son volume d'eau, on filtre, on ajoute au liquide filtré 1 partie d'acide nitrique de 1,2 P. S., et on fait bouillir.

(1 Les cristaux ne sont tétragonaux qu'en apparence; leur forme est probablement rhombique.

Le précipité jaune, qui prend naissance, consiste entièrement en acide dinitropodocarpique.

Les deux combinaisons nitrées, que nous venons d'indiquer, se comportent comme des acides bibasiques, et donnent par conséquent avec les métaux deux séries de sels.

En remplaçant 2 atomes d'hydrogène par des métaux alcalins ou alcalino-terreux, on obtient des combinaisons d'une magnifique couleur rouge. Les sels qui résultent de la substitution des mêmes métaux à 1 atome d'hydrogène des produits nitrés sont d'un jaune citron et beaucoup moins stables que les précédents. Les combinaisons ammoniques se comportent d'une manière très particulière. Dans une solution ammoniacale très concentrée des acides nitrés, il est possible de faire naître un sel diammonique; mais celui-ci se décompose à l'air et perd son NH_4 sous la forme d'ammoniaque.

En présence d'un excés des alcalis fixes, les deux acides nitrés donnent très facilement des combinaisons dipotassiques et disodiques. Par là, les produits nitrés se distinguent donc des matières mères qui leur donnent naissance, et on voit de nouveau que l'introduction de un ou plusieurs radicaux NO_2 renforce le caractère acide d'une combinaison organique.

§ 5. Acide mononitropodocarpique.

$$C_{17}H_{21}(NO_2)O_3.$$

Le produit déposé d'une solution alcoolique chaude forme de petits cristaux brillants, dont les dimensions s'élèvent à peine à 1 millimètre dans une direction. Ces cristaux sont très irréguliers et probablement clinoédriques.

L'acide est insolùble dans l'eau, très peu soluble dans l'alcool froid, un peu plus soluble dans l'alcool bouillant, presque entièrement insoluble dans le benzol et le chloroforme, complétement insoluble dans le sulfure de carbone. Le point de fusion se trouve à 205° C.

Les analyses de l'acide ont conduit aux résultats suivants:

I) 0,1834 gr. de l'acide séché à 100° ont donné 0,4322 gr. CO_2 et 0,1109 gr. H_2O.

§ 6. Sels de l'acide mononitropodocarpique.

Nous avons déjà fait remarquer ci-dessus qu'il existe deux séries de mononitropodocarpates, répondant aux formules:

$$C_{17}H_{20}M'_1(NO_2)O_3.$$
$$C_{17}H_{19}M'_2(NO_2)O_3.$$

Les sels de la première série sont très instables; jusqu'à présent je n'ai pu en préparer qu'un seul à l'état solide, savoir, le sel hémibarytique $C_{17}H_{20}ba(NO_2)O_3+2H_2O$. Cette combinaison a été obtenue, sous forme de petites aiguilles jaune citron, en dissolvant ensemble dans l'alcool bouillant 1 molécule d'hydroxyde de baryum et 2 molécules d'acide mononitré, et laissant refroidir la liqueur. Le sel en question ne tarde pas à se déposer; il constitue une matière très peu soluble dans l'eau et dans l'alcool.

Si l'on cherche à réaliser une combinaison analogue du potassium ou du sodium, en faisant bouillir une dissolution de 1 molécule de carbonate de potassium avec 2 molécules de l'acide nitré, et ajoutant ensuite de l'alcool, le liquide se comporte bien comme une dissolution du sel monopotassique ou monosodique, mais il se décompose très rapidement, soit quand on l'évapore, soit quand on y ajoute de l'eau. Il se sépare alors de l'acide nitré libre, et le liquide, devenu brun foncé, tient en dissolution un sel de la seconde série.

Pour ce qui regarde maintenant les combinaisons de la formule $C_{17}H_{19}M'_2(NO_2)O_3$, celles-ci sont très stables, mais souvent assez difficiles à obtenir à l'état cristallisé. Le meilleur mode de préparation des sels potassique et sodique consiste à dissoudre l'acide nitré dans un léger excès d'alcali caustique et à laisser la dissolution s'évaporer à l'air. De cette manière on obtient peu à peu des aiguilles rouge foncé, avec reflet métallique vert, du sel potassique $C_{17}H_{19}K_2(NO_2)O_3+5\frac{1}{2}H_2O$, ou des lamelles rouge vermillon du sel sodique $C_{17}H_{19}Na_2(NO_2)O_3+9H_2O$.

Le sel diammonique $C_{17}H_{19}(NH_4)_2(NO_2)O_3+4H_2O$ prend naissance quand on dissout l'acide nitré dans un excès d'ammoniaque chaude et très concentrée. Par le refroidissement il se dépose

peu à peu des cristaux rouge grenat, qui sont très instables; sous l'influence d'une douce chaleur, ils perdent de l'ammoniaque et de l'eau et se transforment en acide mononitropodocarpique.

Parmi les autres mononitropodocarpates, les sels barytique, strontique et calcique se font surtout remarquer par leurs superbes couleurs et leur éclat métallique. On les obtient assez facilement en dissolvant l'acide nitré dans un excès d'ammoniaque faible et chaude, et ajoutant à la liqueur une solution chaude de chlorure neutre de baryum, de strontium ou de calcium. Pendant le refroidissement, les nitropodocarpates alcalino-terreux se déposent peu à peu, le sel barytique plus lentement que les deux autres, à cause de sa solubilité plus grande.

Les propriétés de ces combinaisons sont les suivantes:

Le *mononitropodocarpate monobarytique* $C_{17}H_{19}Ba(NO_2)O_3$ cristallise, suivant les circonstances, avec 3 ou avec 7 molécules d'eau. Dans le premier cas, il constitue une poudre rouge carmin lorsque la séparation d'avec le liquide s'est faite rapidement, ou des agrégats cristallins brun café lorsque le dépôt s'est effectué lentement. Dans le second cas, il se forme de magnifiques aiguilles rouges, qui rappellent un peu l'acide chromique, mais ne possèdent pas un éclat métallique aussi vif. Si l'on mêle ensemble des dissolutions très concentrées de mononitropodocarpate ammonique et de chlorure barytique, il se forme immédiatement un liquide trouble, rouge de sang, d'où se déposent des cristaux microscopiques du sel avec $3H_2O$.

Le *mononitropodocarpate monostrontique* est un sel brun cannelle, se présentant sous la forme de fines aiguilles. Je n'en ai pas déterminé la composition.

La combinaison calcique correspondante, $C_{17}H_{19}Ca(NO_2)O_3 + 4H_2O$, est un sel superbe, rouge orangé avec un reflet métallique vert; il se dissout très difficilement dans l'eau.

Les nitropodocarpates des métaux lourds s'obtiennent par double décomposition des sels métalliques neutres avec un nitropodocarpate neutre. Ce sont des précipités amorphes ou cristallins, généralement presque insolubles dans l'eau.

§ 7. Acide dinitropodocarpique.

$C_{17}H_{20}(NO_2)_2O_3$.

L'acide dinitropodocarpique, dont la préparation a été décrite ci-dessus, cristallise sous des formes qui ont beaucoup d'analogie avec celles du ferrocyanure de potassium, mais qui pourtant paraissent appartenir plutôt au système rhombique. Les cristaux ne se prêtent pas à des mesures directes; toutefois ils se présentent comme des combinaisons d'un octaèdre rhombique, à angle très obtus, avec la face terminale droite oP.

Ces cristaux ont une couleur jaune sale; ils sont insolubles dans l'eau, assez solubles dans l'alcool, presque insolubles dans le benzol et le chloroforme. L'acide dinitropodocarpique fond à 203° C. Il est assez sensible à l'action de la lumière; sous l'influence des rayons solaires directs, la couleur jaune des cristaux passe très rapidement au brun.

Les résultats de l'analyse sont les suivants:

I) 0,4287 gr. de matière ont donné 0,8761 gr. CO_2 et 0,2186 gr. H_2O
II) 0,2148 gr. „ „ „ „ 0,4440 gr. CO_2 et 0,1130 gr. H^2O
III) 0,2126 gr. „ „ „ „ 0,4354 gr. CO_2 et 0,1076 gr. H_2O
IV) 0,8010 gr. „ „ „ „ 53 CC. N humide mesuré à 12°,7 C. et 768,5mm.

	Calculé.	Trouvé. I.	II.	III.	IV.
C	56,0	55,7	56,3	55,9	—
H	5,6	5,7	5,9	5,6	—
N	7,3	—	—	—	7,9
O	31,1				
	100,0				

L'analyse nº III a été exécutée sur un produit obtenu en faisant bouillir une dissolution d'acide sulfopodocarpique avec de l'acide nitrique étendu. Les analyses I, II et IV se rapportent à un produit préparé par l'action directe de l'acide nitrique sur l'acide podocarpique pur.

§ 8. Sels de l'acide dinitropodocarpique.

Les sels de l'acide dinitropodocarpique ressemblent sous beau-

coup de rapports à ceux de l'acide mononitropodocarpique, et pour cette raison je n'en ai étudié qu'un petit nombre, savoir les sels dipotassique, monobarytique et diargentique.

Le premier se dissout bien dans l'eau et n'est pas facile à obtenir en cristaux. Par l'évaporation spontanée d'une dissolution du sel, on l'obtient sous la forme d'une matière indistinctement cristalline, rouge carmin avec un reflet métallique vert. Sa composition répond à la formule: $C_{17}H_{18}K_2(NO_2)_2O_3+5H_2O$.

Le *sel argentique*, obtenu par double décomposition, a la composition: $C_{17}H_{18}Ag_2(NO_2)_2O_3+4H_2O$, et forme des flocons orangés, presque insolubles dans l'eau.

Un sel plus important est le *dinitropodocarpate monobarytique*, mentionné ci-dessus. Cette combinaison, très caractéristique pour l'acide dinitré, se prépare facilement en dissolvant de l'acide dinitropodocarpique dans un excès d'ammoniaque et ajoutant alors une solution de chlorure neutre de baryum. Si les liqueurs ne sont pas trop concentrées, il se dépose au bout de quelques minutes de superbes lamelles cristallines rouge brunâtre, qui ont un reflet métallique, mais, à cela près, rappellent le citrate ferrique en lamelles. Les cristaux jouissent, comme ceux de l'hérapathite, d'un pouvoir polarisant énergique. Des lamelles minces montrent sous le microscope une couleur rose clair; lorsque deux de ces lamelles se croisent suivant des directions déterminées, la place où elles se recouvrent apparaît comme une tache rouge foncé.

Au premier aspect, les cristaux semblent être des lamelles tétragonales, mais, avec un peu d'attention, on reconnaît que les angles ne sont pas exactement droits; probablement les cristaux appartiennent au système rhombique. Ils ne se dissolvent que très difficilement dans l'eau ou dans l'alcool, même à la chaleur de l'ébullition.

Les analyses exécutées ont fourni les chiffres suivants:

I) 0,5991 gr. ont perdu par dessiccation à 130° C. 0,0616 gr. d'eau et ont donné 0,2405 gr. Ba SO_4.

II) 0,3996 gr. de sel séché à 100° C. ont perdu par échauffement ultérieur à 140° C. 0,0128 gr. d'eau.

III) 0,4095 gr. de sel séché à 100° C. ont donné par combustion avec le chromate de plomb et le bichromate de potassium 0,5496 gr. CO_2 et 0,1330 gr. H_2O.

	Calculé.	Trouvé.		
		I.	II.	III.
$4H_2O$	12,6	12,8	—	—
Ba	23,9	23,6	—	—
$1H_2O$	3,5	—	3,2	—
C	39,5	—	—	39,6
H	3,9	—	—	3,6

§ 9. Dérivés sulfonés de l'acide podocarpique.

D'après ce qui a été communiqué ci-dessus au sujet des produits nitrés de l'acide podocarpique, il est à présumer qu'on pourra en déduire également deux acides sulfonés. Jusqu'ici, toutefois, je n'ai réussi à obtenir que l'acide monosulfopodocarpique. Cette combinaison prend naissance quand de l'acide podocarpique sec est chauffé doucement (à environ 60° C) avec de l'acide sulfurique anglais en quantité suffisante pour que l'acide résineux reste dissous. Il est bon de ne pas trop élever la température, parce que dans le cas contraire la masse se colore assez fortement, ce qui rend plus difficile la préparation de sels purs. Il est à peine besoin de dire que la production de dioxyde de soufre doit être évitée autant que possible. Lorsqu'on a chauffé pendant assez longtemps et qu'on traite ensuite par l'eau, il s'opère une dissolution presque complète, après que l'addition d'une *petite* quantité d'eau a d'abord précipité une masse blanche visqueuse; celle-ci est formée par l'acide sulfoné, lequel est soluble dans l'acide sulfurique concentré et dans l'eau, mais insoluble dans un mélange déterminé de ces deux liquides. Ordinairement, la matière étendue d'eau est vert jaunâtre et faiblement fluorescente; mais il m'est arrivé plus d'une fois d'obtenir des dissolutions offrant une fluorescence magnifique et telle qu'on ne l'observe que rarement dans d'autres substances, avec des teintes tantôt vert émeraude, tantôt rouges, quelquefois aussi bleu foncé.

Pour préparer l'acide sulfoné pur, on sature la dissolution avec la baryte, on filtre et on évapore le liquide filtré. A un degré convenable de concentration on obtient un sel barytique bien cristallisé, d'où l'on peut retirer l'acide sulfoné en décomposant le sel par une quantité tout juste suffisante d'acide sulfurique.

§ 10. Acide monosulfopodocarpique.

$$C_{17}H_{21}(SO_3H)O_3 + 8H_2O.$$

L'acide sulfoné, extrait du sel barytique pur, est incolore et non fluorescent. Par évaporation ménagée, d'abord au bain-marie et ensuite dans l'exsiccateur, on l'obtient sous la forme d'une masse amorphe, molle et cireuse, mais néanmoins complétement sèche. Cette masse est extrêmement soluble dans l'eau.

Une des propriétés les plus remarquables de l'acide monosulfoné est la facilité avec laquelle il est décomposé par l'acide nitrique même très étendu, avec formation d'acide dinitropodocarpique. Une quantité d'à peine 1 milligramme d'acide sulfoné, dissoute dans 3—4 cc. d'eau, donne encore, par ébullition avec quelques gouttes d'acide nitrique de 1,2 P. S., un précipité assez considérable d'acide dinitropodocarpique.

Réciproquement, la dissolution d'acide sulfopodocarpique permet de déceler de petites quantités d'acide nitrique, surtout si le liquide à examiner est préalablement mêlé avec un peu d'acide sulfurique concentré. J'ai trouvé que la réaction persistait encore avec une dilution de $\frac{1}{1000}$ à $\frac{1}{1500}$.

La formule de l'acide séché sous l'exsiccateur a été déduite des résultats de l'analyse suivante:

0,9460 gr. de matière ont perdu à 125° C. 0,2710 gr. en poids.

	Calculé.	Trouvé.
$8H_2O$	28,9	28,7

§ 11. Sels de l'acide monosulfopodocarpique.

L'acide monosulfopodocarpique forme deux séries différentes de sels, répondant aux formules:

$$C_{17}H_{20}M'(SO_3H)O^3.$$
$$\text{et } C_{17}H_{19}M'_2(SO_3H)O_3.$$

De la première série, je n'ai examiné que le sel barytique; celui-ci s'obtient en ajoutant de l'acide acétique au sel barytique de la seconde série. Il donne de petits cristaux blancs, difficilement solubles dans l'eau, de la formule $C_{17}H_{20}ba(SO_3H)O_3+3H_2O$.

Les combinaisons de la seconde série sont très stables, se dissolvent bien dans l'eau et s'obtiennent aisément en beaux cristaux. J'ai étudié plus spécialement les sels sodique, barytique et calcique, dont la composition est représentée par les formules suivantes:

$$C_{17}H_{19}Na_2(SO_3H)O_3+7H_2O.$$
$$C_{17}H_{19}Ba(SO_3H)O_3+8H_2O.$$
$$C_{17}H_{19}Ca(SO_3H)O_3+7H_2O.$$

Le *sel sodique* forme de petites rosettes, le *sel calcique* et le *sel barytique* se présentent en lamelles cristallines.

De la combinaison nommée en dernier lieu il a été fait une analyse complète, à titre de contrôle pour la formule de l'acide libre.

I) 1,0108 gr. de sel ont perdu par dessiccation à 125° C. 0,2276 gr. d'eau, et ont donné après calcination et traitement ménagé par l'acide sulfurique 0,3576 gr. $BaSO_4$.

II) 0,6235 gr. ont perdu par dessiccation à 150° C. 0,1395 gr. H_2O. Le sel, repris par l'eau, a ensuite été précipité par un excès de carbonate de sodium; la dissolution des sels sodiques a été filtrée et évaporée, et dans le résidu calciné le soufre a été dosé à l'état de $BaSO_4$; celui-ci s'élevait à 0,2228 gr.

III) 0,2950 gr. de sel séché à 120° C. ont donné 0,4484 gr. CO_2 et 0,1166 gr. H_2O.

	Calculé.	Trouvé.		
		I	II	III
$8H_2O$	22,7	22,5	22,4	—
Ba	21,6	20,8	—	—
S	5,0	—	4,9	—
sel séché				
C	41,5	—	—	41,5
H	4,1	—	—	4,4

§ 12. Dérivés amidés de l'acide podocarpique.

Lorsqu'on fait bouillir avec de l'acide chlorhydrique concentré et de l'étain la dissolution alcoolique des deux produits nitro-substitués de l'acide podocarpique, la réduction a lieu assez facilement et il se forme des combinaisons chlorhydriques des dérivés amidés correspondants; le liquide devient alors tout à fait incolore. En précipitant l'étain sous la forme de sulfure et évaporant le liquide filtré, ces chlorhydrates s'obtiennent, par le refroidissement, en cristaux aciculaires, qui se déposent surtout avec facilité en présence de l'acide chlorhydrique libre, et qu'il est aisé d'obtenir incolores par de nouvelles cristallisations. Les chlorhydrates se laissent facilement décomposer en ajoutant à leur solution alcoolique de l'oxyde d'argent fraîchement précipité; ensuite, la dissolution ayant été filtrée et débarrassée par H_2S d'un peu d'argent dissous, on peut en séparer le produit amidé au moyen de la précipitation par l'eau. Mais, comme dans beaucoup de cas analogues, ces dérivés amidés sont beaucoup moins stables à l'état isolé qu'en combinaison avec l'acide chlorhydrique; du moins, je n'ai pas réussi à les obtenir tout à fait blancs. Leurs dissolutions se colorent à l'air très rapidement en brun, et à chaque tentative de purifier le produit brut par une nouvelle cristallisation dans de l'alcool plus faible, il prend une coloration de plus en plus foncée. Pour cette raison, je me suis borné à l'analyse d'une seule combinaison du produit monoamidé, laquelle était cristallisée en très belles aiguilles blanches.

Chlorhydrate d'acide amidopodocarpique.

$$C_{17}H_{21}(NH_2)O_3,ClH+\tfrac{1}{2}H_2O.$$

Se dissout facilement dans l'alcool, moins bien dans l'eau. De l'un et de l'autre liquide la combinaison cristallise en aiguilles blanches extrêmement petites. On l'obtient beaucoup plus belle par l'évaporation, à une température de 40—60° C., d'une dissolution aqueuse contenant de l'acide chlorhydrique libre. A la surface du liquide se forment alors peu à peu de longues et magnifiques aiguilles.

L'analyse d'un pareil produit a fourni les résultats suivants: 0,2230 gr. de la combinaison ont perdu par la dessiccation à 110° C. 0,0058 gr. d'eau. Le résidu, calciné avec du carbonate de sodium, a donné 0,0970 gr. de chlorure d'argent.

	Calculé.	Trouvé.
Cl.	10,6	10,5
H_2O	2,7	2,6

§ 13. Dérivés bromés de l'acide podocarpique.

De ce qui a été communiqué ci-dessus concernant les produits de substitution de l'acide podocarpique par les radicaux NO_2 et SO_3H, on serait porté à conclure que des combinaisons analogues, stables et bien cristallisées, doivent aussi pouvoir s'obtenir en remplaçant de l'hydrogène par du brome. Mais il n'en est pas ainsi, et jusqu'à présent toutes mes tentatives pour obtenir un acide bromé pur, ou ses sels, ont complétement échoué. Au début de mes recherches, et avant que j'eusse appris à connaître les produits nitrés, la préparation des dérivés bromés m'avait paru très désirable, parce qu'elle pouvait fournir un excellent moyen de contrôle pour l'exactitude de la formule attribuée à l'acide podocarpique. La suite de mon travail et les résultats des nombreuses analyses de nitro- et de sulfopodocarpates ont toutefois rendu ce moyen en grande partie inutile; en conséquence je n'ai pas poussé plus loin l'étude des produits bromés, et je me contente de donner ici la description d'une couple de matières appartenant à cette série, et de signaler les difficultés auxquelles je me suis heurté.

J'ai essayé de préparer un dérivé monobromé en délayant 1 molécule d'acide podocarpique dans du sulfure de carbone pur et ajoutant goutte à goutte 2 molécules de brome. Au commencement, l'opération marche très bien. L'attaque par l'halogène instillé a lieu immédiatement, il se dégage du gaz bromhydrique et l'acide résineux suspendu dans le liquide disparaît peu à peu, parce que le dérivé bromé est soluble dans le sulfure de carbone. Quand la réaction est terminée, le liquide est presque incolore; en le laissant

alors s'évaporer dans des capsules plates, on obtient pour résidu une masse blanche, amorphe, tenace. Je n'ai pas réussi à faire cristalliser ce produit dans l'alcool; toujours il se séparait des matières tenaces, visqueuses, impropres à l'étude, et qui dégénéraient de plus en plus. Cette expérience acquise, je crus pouvoir espérer quelque succès de la préparation d'un sel sodique. Comme le podocarpate de sodium cristallise très bien, il n'était pas impossible que le bromopodocarpate correspondant pût également s'obtenir sous une forme convenable. Malheureusement le résultat trompa complétement mon attente. En saturant par le carbonate de sodium la dissolution alcoolique de l'acide bromopodocarpique, je vis le liquide rougir dès les premiers instants, se foncer ensuite de plus en plus et finalement devenir noir; il se déposa des gouttelettes poisseuses noires, et par l'évaporation spontanée ultérieure aucune matière cristalline ne se forma, mais le tout se dessécha en une masse noire amorphe.

Un heureux hasard me montra la voie pour la préparation d'une magnifique combinaison cristallisée, qui appartient à cette série et qui, d'après les réactions et les résultats de l'analyse, ne peut être autre chose qu'un alcoolate de *l'acide éthylbromopodocarpique.*

Dans l'idée que la méthode de préparation de l'acide bromopodocarpique, ci-dessus décrite, pouvait conduire à la formation de *différents* produits de substitution, je la modifiai en ce sens que les quantités nécessaires des deux matières réagissantes furent dissoutes chacune séparément dans l'éther, après quoi les deux liqueurs éthérées furent mêlées rapidement dans un verre cylindrique élevé. Une vive effervescence, due à un dégagement d'acide bromhydrique, se manifesta. Lorsque ensuite l'éther, versé dans des capsules de verre plates, se fut évaporé presque entièrement (ce qui eut lieu avec dégagement continuel de gaz bromhydrique), il se forma une masse résineuse amorphe. Celle-ci toutefois devint subitement cristalline, et après dessiccation complète et disparition d'un léger excès de brome, le produit obtenu était blanc de neige et avait tout l'aspect d'une substance pure et homogène.

La dissolution de ce corps blanc dans l'alcool à 70 pour cent dépose, après un temps plus ou moins long, de très jolis petits cristaux clinoédriques. Ils consistent en une combinaison de l'acide éthylbromopodocarpique avec l'alcool.

La formation de cette combinaison au sein d'une dissolution éthérée, dans les conditions indiquées, ne peut s'expliquer que par la circonstance que l'éther employé contenait de l'alcool. Le produit engendré n'est d'ailleurs, — fait assez étrange, — pas l'éther éthylique neutre, mais l'acide éthylbromopodocarpique, et celui-ci paraît avoir une grande tendance à se combiner avec l'alcool. J'ai pu me convaincre que l'alcoolate prend naissance beaucoup plus facilement quand on ajoute un peu d'alcool absolu à la dissolution éthérée de l'acide podocarpique, avant d'y verser la dissolution éthérée du brome.

La conclusion, qu'il s'agit bien d'un alcolate, se fonde non-seulement sur les résultats de l'analyse, mais aussi sur les faits suivants.

Lorsque la combinaison solide cristalline est chauffée au bain-marie, elle fond en un liquide incolore épais, qui, à l'aide de l'agitation, se transforme peu à peu, avec un faible dégagement de bulles gazeuses, en une matière blanche solide. Le corps primitif a alors perdu environ 11 pour cent de son poids. Si l'on exécute cette expérience un peu plus en grand, dans une cornue, on voit des vapeurs d'alcool se condenser dans le col de l'appareil, et il n'est pas difficile, en soumettant à la distillation quelques grammes de la combinaison solide, d'obtenir assez de liquide pour qu'on puisse y reconnaître, par toutes ses propriétés, de l'alcool presque pur. Il en a, en effet, les caractères physiques (odeur, point d'ébullition, etc.), se mêle avec l'eau en toutes proportions, donne facilement de l'aldéhyde par oxydation avec le bichromate de potassium et l'acide sulfurique, etc.

Alcoolate d'acide éthylbromopodocarpique.

La combinaison se dissout facilement dans l'alcool et dans le chloroforme.

L'analyse a conduit aux résultats suivants:

I) 0,9556 gr., chauffés au bain-marie, ont perdu successivement 0,1070 gr. d'alcool.

II) 0,9500 gr. ont perdu au bain-marie 0,104 gr.

III) Le résidu de l'expérience I, saponifié par un excès d'une dissolution de carbonate de sodium, évaporé et calciné, a donné 0,4234 gr AgBr.

IV) 0,4673 de matière, traités de la même manière, ont donné 0,2064 gr. AgBr.

V) 0,3707 gr. ont donné, par combustion avec le chromate de plomb, 0,8007 gr. CO_2 et 0,2343 gr. H_2O.

VI) 0,2781 gr. ont donné, par combustion avec le chromate de plomb, 0,6006 gr. CO_2 et 0,1760 gr. H_2O.

	Calculé.	Trouvé.					
		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
1 moléc. C_2H_6O	10,8	11,2	10,9	—	—	—	—
C	59,0	—	—	—	—	58,9	58,9
H	7,3	—	—	—	—	7,0	7,3
Br	18,7	—	—	18,4	18,4	—	—

Acide éthylbromopodocarpique.

$C_{17}H_{20}(C_2H_5)BrO_3$

Cette combinaison reste, sous forme d'une poudre cristalline blanche, quand on chauffe à 100° C. l'alcoolate qui vient d'être décrit. Elle fond à 158° C, est soluble dans l'alcool et dans le chloroforme, et forme des sels qui ne cristallisent pas de leurs dissolutions aqueuses, mais se dessèchent en une masse amorphe gélatineuse.

I) 0,2510 gr. ont donné, par combustion avec le chromate de plomb, 0,5595 gr CO_2 et 0,1457 gr. H_2O.

II) 0,3010 gr., évaporés avec une dissolution de carbonate de sodium et calcinés, ont donné 0,1525 gr. Ag Br

	Calculé.	Trouvé.
C	59,9	60,7
H	6,6	6,5
Br	21,0	21,6

§ 14. Acide acétylpodocarpique.

$C_{17}H_{21}(C_2H_3O)O_3$

Pour mieux établir dans l'acide podocarpique l'existence d'un radical OH n'appartenant pas au carboxyle, j'ai soumis l'acide à l'action du chlorure d'acétyle. A la température ordinaire, les deux matières ne réagissent pas; mais sous l'influence de l'ébullition, il y a formation d'un produit acétylé, comme on le reconnaît à ce que l'acide résineux, d'abord non dissous, disparaît dans le liquide avec dégagement de gaz chlorhydrique et ne s'en sépare pas par le refroidissement. Lorsque l'ébullition a été soutenue pendant une heure, et que l'excès de chlorure d'acétyle est presque entièrement volatilisé, l'addition d'eau donne lieu à un précipité blanc, qui, d'abord mou, devient peu à peu cassant quand on le malaxe longtemps avec de l'eau, et est alors sensiblement exempt de chlorure d'acétyle. Par dissolution dans l'alcool étendu, cette matière peut être amenée à cristalliser, quoique beaucoup plus difficilement que l'acide podocarpique. Avant de fournir des cristaux, le liquide devient ordinairement trouble, et sur les parois du vase il se forme un dépôt demi-fluide visqueux. Peu à peu, toutefois, celui-ci se transforme entièrement en un amas de très petites aiguilles cristallines blanches. C'est l'acide monoacétylpodocarpique. Les cristaux ont une odeur faible, désagréable, qui rappelle celle de l'anhydride acétique. A 100° C ils commencent à se ramollir, et à des températures plus élevées ils prennent peu à peu une consistance butyreuse, jusqu'à ce que, vers 152° C, ils entrent en fusion complète. Par le refroidissement, le liquide se concrète en une résine amorphe translucide.

L'analyse du dérivé acétylé a donné les résultats suivants: 0,1921 gr. de la matière ont donné 0,5063 gr. CO_2 et 0,1349 gr. H_2O.

	Calculé.	Trouvé.
C	72,2	71,8
H	7,6	7,8

La quantité d'acétyle contenue dans l'acide a été déterminée par la méthode suivante, due à M. Schiff.

Un poids connu du dérivé acétylé fut chauffé pendant plusieurs heures à 100° C. avec un excès d'une lessive titrée de potasse. Ensuite on ajouta au liquide une quantité connue d'acide chlorhydrique titré; le précipité formé, qui consistait en acide podocarpique régénéré, fut séparé par le filtre et lavé avec soin, puis les liqueurs réunies furent titrées en retour par la potasse.

Comme l'ébullition avec la potasse donne lieu à la formation d'acide acétique, et que, par l'addition subséquente d'acide chlorhydrique, l'acide podocarpique est précipité à l'état de combinaison tout à fait insoluble, la détermination de l'acétyle par ce moyen comporte un assez grand degré d'exactitude.

Voici le résultat d'une couple d'expériences faites dans cette direction.

I) Pris 0,7824 gr. d'acide acétylpodocarpique;
   Ajouté 60 c. c. d'alcali demi-normal;
   Après l'ébullition ajouté 60 c. c. d'acide chlorhydrique demi-normal
   Pour le titrage en retour employé 4,5 c. c. d'alcali demi-normal

	Calculé.	Trouvé.
C_2H_3O	0,106 gr.	0,097 gr.

II) Pris 1,690 gr. d'acide acétylpodocarpique;
   Ajouté 80 c. c. d'alcali demi-normal;
   Aprés l'ébullition ajouté 80 c. c. d'acide chlorhydrique demi-normal;
   Pour le titrage en retour employé 10,3 c. c. d'alcali demi-normal.

	Calculé.	Trouvé.
C_2H_3O	0,229	0,221

II.

SUR LA CONSTITUTION DE L'ACIDE PODOCARPIQUE.

Introduction.

L'étude que nous venons de faire de l'acide podocarpique et de quelques-unes de ses combinaisons a fourni les résultats suivants:

1o. L'acide podocarpique fait partie du groupe dit des oxacides; des trois atomes d'oxygène que l'acide renferme, deux appartiennent à un radical carboxyle, tandis que le troisième se trouve sous forme d'hydroxyle.

2o. L'acide podocarpique forme trois séries de sels, qui peuvent être représentées par les formules suivantes:

1°. $C_{17}H_{21}M'O_3$

2°. $C_{17}H_{20}M'_2O_3$

3°. $C_{17}H_{21}M'O_3 + C_{17}H_{22}O_3$

Les sels de la première espèce, formés par substitution de l'hydrogène du carboxyle, pourraient recevoir le nom de sels *normaux*. Ceux de la deuxième espèce ont plus le caractère de combinaisons basiques. Il n'est pas possible de préparer des représentants de cette série par l'union des alcalis fixes avec l'acide podocarpique. Mais de pareils sels basiques s'obtiennent assez facilement par l'introduction de métaux bivalents, lesquels remplacent alors aussi bien l'hydrogène de l'hydroxyle que celui du carboxyle.

Les sels de la troisième série doivent indubitablement être considérés comme des sels acides.

3o. Par l'introduction des radicaux NO_2 et SO_3H, le caractère de l'acide podocarpique est modifié en ce sens, qu'il présente alors plutôt les propriétés d'un acide bibasique que d'un acide monobasique. En effet, les deux acides nitrés et l'acide monosul-

foné donnent facilement, et de préférence, des sels dans lesquels 2 atomes d'hydrogène sont remplacés par des métaux (même par le potassium et le sodium).

4o. L'acide podocarpique se range parmi les corps dits aromatiques. La preuve est fournie surtout par la circonstance qu'une partie de l'hydrogène du composé se laisse substituer avec une facilité extrême par les radicaux NO_2 et SO_3H.

Quelle que soit l'importance de ces résultats, ils ne nous mènent pas encore bien loin, et il reste à remplir la partie la plus difficile de la tâche imposée, savoir, rendre compte de la manière dont sont groupés les éléments de l'acide podocarpique et assigner à la combinaison sa place dans la série des corps aromatiques.

J'ai cherché par différentes voies à réunir les faits nécessaires pour parvenir à ce but.

Au cours de la préparation de l'acide sulfopodocarpique, j'avais été frappé par la circonstance que la masse, produite par l'action de l'acide sulfurique sur l'acide résineux, répandait distinctement l'odeur de l'acide valérianique quand on l'étendait avec de l'eau.

L'idée me vint, par suite, que l'acide résineux contenait un groupe valéryle, et mes premiers essais tendirent à provoquer, en le chauffant avec de l'acide sulfurique ou chlorhydrique de concentration diverse, des dédoublements qui, entre autres produits de décomposition, donneraient naissance à une molécule d'acide valérianique. Mais ces essais restèrent complétement infructueux, et, de ce qui sera dit plus loin, il ressort en effet suffisamment que le radical valéryle ne prend aucune part à la constitution de l'acide podocarpique.

Le dégagement d'une trace d'acide valérianique ,ou d'une matière ayant une odeur analogue, ne me paraît pouvoir s'expliquer que d'une des deux manières suivantes:

1o. en admettant que l'acide podocarpique employé contenait encore une très petite quantité d'acide gras volatil, adhérant opiniâtrement à la fine poudre cristalline et provenant du bois pourri ou vermoulu avec lequel la résine podocarpique était intimement mêlée ;

2°. En admettant que sous l'influence de l'acide sulfurique il se forme un peu d'acide tétrahydrobenzoïque, dont l'odeur, suivant M. Hermann (*Annalen der Chemie und Pharm.*, CXXXII p. 80), rappelle celle de l'acide valérianique. Il sera établi plus loin que l'acide podocarpique est un produit aromatique d'addition, et, en ayant égard à sa constitution probable, l'idée que par l'action de l'acide sulfurique il donne naissance à de l'acide tétrahydrobenzoïque ne peut être regardée comme dénuée de toute vraisemblance.

Après avoir échoué en chauffant l'acide podocarpique avec l'acide chlorhydrique et l'acide sulfurique, j'essayai la distillation avec le zinc en poudre [1]), pour tâcher de mettre en évidence l'hydocarbure aromatique qui forme le noyau de ce corps passablement complexe. Le résultat de ces nouvelles expériences, bien que tendant à confirmer l'hypothèse de l'existence d'un noyau aromatique, ne conduisit pas non plus à la solution du problème.

Finalement, j'eus recours à l'examen des produits de la distillation sèche du podocarpate de calcium. Cette fois je fus plus heureux, et par l'étude du goudron obtenu je réussis à atteindre le but auquel je visais.

Pour l'intelligence complète de quelques-unes des réactions dont nous aurons à parler, il peut être utile de nous arrêter un instant sur le produit de la distillation de l'acide podocarpique avec le zinc en poudre, après quoi nous exposerons en détail les résultats de l'expérience la plus décisive.

§ 1 Distillation de l'acide podocarpique avec le zinc en poudre.

Méthanthrène $C_{15}H_{12}$.

1 partie d'acide podocarpique pur fut broyée dans un mortier de porcelaine avec 20 à 25 parties de zinc en poudre, et le mélange introduit dans des tubes de verre de Bohême scellés à un bout et ayant une longueur de 4 à 5 décimètres. Les tubes ne furent remplis que jusque vers la moitié; à environ 1 décimètre de l'ouverture on plaça un solide tampon d'amiante, puis, à l'aide de légers chocs imprimés au tube tenu horizontalement, le mélange fut

[1]) *Zinkstaub* des Allemands, mélange de zinc extrêmement divisé et d'hydrate de zinc.

réparti uniformément sur toute la partie isolée par le tampon; de cette manière un espace libre assez considérable resta ménagé au-dessus du mélange pulvérulent. Les tubes furent ensuite introduits par le côté scellé dans un fourneau d'analyse de Glaser, de façon que leur partie ouverte et vide faisait saillie. A son extrémité opposée le fourneau fut un peu relevé au moyen d'une couple de tasseaux de bois, et finalement un matras de verre, dans une position horizontale, fut fixé lâchement autour de l'ouverture de chaque tube. On procéda alors à la distillation, d'abord à une chaleur très modérée, puis à des températures successivement croissantes, jusqu'à ce que le produit commençât à passer avec une couleur noire; à ce moment, d'ailleurs, l'opération était ordinairement terminée, et il ne se rassemblait que quelques gouttes d'un goudron noir très épais dans la partie antérieure du tube.

La nature du goudron obtenu dépend à un haut degré de la température. Si celle-ci n'est pas poussée trop loin, on recueille dans le récipient, surtout au début, une masse presque incolore, d'une consistance oléagineuse épaisse, qui peu à peu devient presque entièrement solide. Si la limite de la température convenable a été franchie, le goudron est jaune, rouge-orangé ou brun, sur la fin très épais et contenant relativement peu de la substance solide dont il vient d'être fait mention. Dans tous les cas, on parvient par la méthode suivante à retirer du goudron un hydrocarbure d'un point d'ébullition très élevé, qui a la composition du méthylanthracène et que nous désignerons provisoirement sous le nom de *méthanthrène*. [1])

On dissout le goudron brut dans une quantité aussi petite que possible d'alcool bouillant, et on filtre le liquide. Par le refroidissement il se dépose une matière en grains cristallins, d'un brun jaunâtre ou parfois d'un jaune clair. Il est presque impos-

---

[1]) Dans mon Mémoire original, rédigé en hollandais, j'ai appelé cet hydrocarbure *méthylanthracène*; il me semble toutefois que cette dénomination est un peu prématurée, et c'est pourquoi je la remplace ici par celle de *méthanthrène*. De même, je crois convenable de changer le nom de *méthylanthracol*, donné dans le travail primitif à une combinaison $C_{15}H_{12}O$, en celui de *méthanthrol*.

sible de la purifier complétement par cristallisation du sein de l'alcool. La chose est au contraire assez facile par la sublimation ménagée. Je me suis servi, pour chauffer la matière brute, d'un bain d'huile maintenu à la température de 100°—130° C. Un cristallisoir cylindrique, dont le fond est chargé du produit impur, immerge de quelques millimètres dans le bain d'huile et est recouvert d'une capsule de verre. La sublimation se fait très lentement; la matière se dépose sur la paroi interne du cristallisoir et sur la capsule de verre, en partie à l'état de cristaux lamellaires, en partie à l'état de croûte cristalline cohérente, qu'on peut détacher en la râclant. Par une nouvelle cristallisation du sein de l'alcool, suivie d'une nouvelle sublimation, on obtient un produit blanc, tout à fait pur.

Ce produit est un hydrocarbure ayant un point de fusion de 177° C. et bouillant au-dessus de 360° C. A l'état de pureté parfaite il présente une fluorescence violette, semblable à celle de l'anthracène pur. Il se dissout facilement dans l'alcool à la chaleur de l'ébullition, moins bien dans l'alcool froid, très facilement dans le sulfure de carbone et l'acide acétique cristallisable. A la température du point de fusion il donne des vapeurs assez abondantes, en répandant une odeur particulière, désagréable, qui rappelle un peu celle de l'asphalte fondu.

L'analyse de cet hydrocarbure a fourni les résultats suivants:

I) 0,1519 gr. de matière ont donné 0,5199 gr. CO_2 et 0,0925 gr. H_2O.

II) 0,1326 gr. de matière ont donné 0,4555 gr. CO_2 et 0,0753 gr. H_2O.

III) 0,1435 gr. de matière ont donné 0,4926 gr. CO^2 et 0,0830 gr. H_2O.

	Calculé.	Trouvé.		
		I.	II.	III.
C_{15}	93,7	93,3	93,7	93,6
H_{12}	6,3	6,8	6,3	6,4
	100	100,1	100,0	100,0

Les analyses II et III ont été exécutées sur un produit très pur, l'analyse I sur une matière un peu colorée et impure.

Les chiffres communiqués conviennent à des formules très diverses; j'ai choisi la formule $C_{15}H_{12}$, parce que c'est celle que les caractères physiques et chimiques de la matière rendent la plus probable.

J'ai essayé, pour fixer la formule de l'hydrocarbure, de préparer un dérivé bromé; mais je n'ai obtenu que des produits épais et visqueux, qui n'offraient absolument aucune garantie de pureté et ne se laissaient pas amener à un état propre à l'analyse. Je n'ai pas réussi davantage à préparer sous forme cristalline des produits nitro-substitués. L'acide nitrique, même assez fortement étendu, attaque l'hydrocarbure à l'aide de la chaleur; mais la dissolution dans divers liquides du produit brunâtre de la réaction n'a fourni, par refroidissement ou par évaporation, que des matières amorphes, goudronneuses, évidemment des mélanges de corps différents.

Par contre, il est très facile de faire naître une combinaison de l'hydrocarbure en question avec l'acide picrique. Pour cela, on n'a qu'à dissoudre environ 4 parties du premier composé et un peu plus de 5 parties du second dans une *petite quantité* d'alcool bouillant, et à laisser refroidir le liquide. Il s'en sépare très vite de petites aiguilles cristallines déliées, d'un rouge orangé, qui à l'état humide ressemblent beaucoup à l'alizarine sublimée, mais qui ont, lorsqu'elles sont séchées sur du papier, une légère teinte *jaune brunâtre.* La formation de cette combinaison n'a lieu que si la quantité d'alcool, dans laquelle les deux éléments sont mis en présence, n'est pas trop grande; autrement, en effet, il se dépose des cristaux de l'hydrocarbure, et ce n'est que plus tard, après l'évaporation partielle de l'alcool, que des aiguilles rouge orangé de la combinaison apparaissent. Lorsque la solution concentrée chaude de cette dernière est étendue avec de l'alcool, sa couleur rouge orangé passe immédiatement au jaune citron, preuve que la combinaison a été dissociée. L'hydrocarbure se comporte donc à l'égard de l'acide picrique exactement comme l'anthracène et le fluorène (Berthelot, *Ann. de Chimie et de Physique*, (4) XII, p. 183, 215 et 225).

Le picrate de méthanthrène fond à 117° C, c'est-à-dire à la même température que le méthanthrène lui-même.

Pour l'analyse du picrate, un poids connu a été chauffé dou-

cement avec de l'ammoniaque faible, jusqu'à ce que la couleur rouge orangé de la combinaison eût entièrement disparu; le liquide a été filtré, et l'hydrocarbure mis en liberté a été lavé jusqu'à ce qu'il fût d'un blanc pur. Le filtre a ensuite été séché, d'abord à l'air sur du papier à filtre, puis pendant 24 heures sous un exsiccateur. La poudre volumineuse de l'hydrocarbure a pu alors être reportée presque sans perte sur une capsule de platine tarée. Le filtre n'avait pas retenu une quantité pondérable de la combinaison, comme on s'en est assuré en le traitant par le sulfure de carbone et abandonnant la solution à l'évaporation spontanée.

Les résultats de l'analyse sont les suivants:

I) 0,289 gr. de picrate ont donné 0,1309 gr. d'hydrocarbure.

II) 0,432 gr. de picrate ont donné 0,1961 gr. d'hydrocarbure.

Calculé.	Trouvé.	
$C_{15}H_{12}+C_6H_3(NO_2)_3O$	I	II
45,6	45,3	45,4

Lorsqu'on fait bouillir le méthanthrène avec le bichromate de potassium et l'acide sulfurique, il se forme très lentement un acide aromatique, selon toute probabilité un acide $C_{15}H_{10}O_2$. Comme je ne disposais que de fort peu de matière $C_{15}H_{12}$, je n'ai poursuivi l'oxydation du méthanthrène, sur de petites quantités, que jusqu'au point où la formation d'un acide organique put être démontrée qualitativement.

A cet effet, je secouai avec de l'éther le mélange de bichromate de potassium et d'acide sulfurique, préalablement filtré et refroidi, puis j'évaporai la solution éthérée. Elle laissa un résidu jaunâtre, qui, chauffé avec quelques gouttes de solution de carbonate de sodium, ne se dissolvait que partiellement. La solution du sel sodique, après filtration, fut décomposée par l'acide acétique; il se précipita des flocons jaune pâle, qui, recueillis sur un filtre et lavés, se trouvèrent être solubles dans l'alcool et de nature acide. La solution alcoolique donnait par évaporation sur un verre de montre un résidu blanc distinctement cristallin, qui se dissolvait très mal dans l'eau, facilement dans l'alcool et dans une solution faible de carbonate de sodium.

Un résultat plus important que celui dont il vient d'être

question fut obtenu en oxydant par CrO_3, à chaud, une dissolution de l'hydrocarbure dans l'acide acétique cristallisable. Dans cette opération il se forme en effet, très facilement, une quinone de couleur orangée. A la solution acétique bouillante on n'a qu'à ajouter peu à peu du trioxyde de chrome, jusqu'à ce qu'elle ait pris une couleur vert jaunâtre; par l'addition d'eau, la quinone se sépare alors sous la forme de flocons orangés. Le précipité, lavé, fut dissous dans l'alcool à 70 pour cent, afin de le faire cristalliser, et les petits cristaux furent lavés plusieurs fois avec de l'éther, pour les débarrasser de traces éventuelles d'acide $C_{15}H_{10}O_2$ ou de méthanthrène inaltéré, la quinone elle-même n'étant que très-peu soluble dans l'éther.

De cette manière, j'obtins la quinone sons la forme d'une fine poudre cristalline, analogue au sulfure de cadmium par sa couleur orangée. Sous le microscope, cette poudre se présente comme un amas de très jolies lamelles jaunes, rhombiques.

La faible quantité de matière que je possédais fut sacrifiée en grande partie à une analyse élémentaire, dans laquelle je m'attachai surtout à déterminer avec la dernière exactitude la proportion d'hydrogène, attendu qu'elle devait fournir le moyen de décider si la combinaison rouge était une méthanthraquinone ou bien une anthraquinone encore inconnue. Cette dernière supposition me paraissait la plus probable, parce que dans l'oxydation du méthyle-anthracène on peut s'attendre à voir se former de l'acide anthracène-carbonique, et que ce corps, d'après MM. Graebe et Liebermann (*Ann. der Chem. u. Pharm.*, CLX, p. 124), fournit de l'anthraquinone quand on l'oxyde, en dissolution dans l'acide acétique, par CrO_3

Le résultat de l'analyse montra toutefois que j'avais réellement obtenu une méthanthraquinone:

0,1397 gr. de la matière donnèrent 0,4134 gr. CO_2 et 0,0591 gr. H_2O.

	Calculé.		Trouvé.
	$C_{14}H_8O_2$	$C_{15}H_{10}O_2$	
C	80,8	81,1	81,1
H	3,8	4,5	4,7
O	15,4	14,4	—
	100,0	100,0	

On voit qu'en traitant $C_{15}H_{12}$, dissous dans l'acide acétique, par CrO_3, le groupe substituant CH_3 n'est pas attaqué, et que l'oxydation a lieu conformément à la formule suivante:

$$C_{15}H_{12}+3O=C_{15}H_{10}O_2+H_2O.$$

La méthanthraquinone peut être regardée comme l'analogue de la toluquinone, laquelle n'a bien pas encore été préparée elle-même, mais dont plusieurs dérivés chlorés ont été obtenus par M. Borgmann (*Ann. der Chem. u Pharm*, CLII p. 248) en faisant agir le chlorate de potassium et l'acide chlorhydrique sur le crésol du goudron de houille.

La méthanthraquinone est insoluble dans l'eau et difficilement soluble dans l'éther, mais dans l'alcool elle se dissout au contraire beaucoup mieux que l'anthraquinone. La couleur de sa solution alcoolique est tout à fait semblable à celle d'une solution étendue de bichromate de potassium. Elle fond à 187° C, et distille sans altération à une température plus élevée.

La solution aqueuse de SO_2 la transforme peu à peu en hydrométhanthraquinone de couleur blanche.

§ 2. Distillation sèche du podocarpate de calcium.

Lorsque le podocarpate de calcium est soumis à la distillation sèche, il se forme, dans des conditions déterminées, un goudron peu coloré et dont l'odeur n'a rien de désagréable. L'opération réussit le mieux quand le sel calcique, privé de son eau de cristallisation, est exposé, dans des tubes de verre de Bohême, à une chaleur graduellement croissante.

Pour éviter la préparation longue et fastidieuse d'une assez grande quantité de sel calcique, j'avais cru d'abord pouvoir me contenter de chauffer un mélange d'acide podocarpique et de chaux. Mais l'expérience ne tarda pas à m'apprendre que de cette façon presque toute la matière organique se perdait, sans donner une quantité quelque peu appréciable de produit distillé liquide.

La manière d'appliquer la chaleur exerce aussi une grande influence sur la nature et la quantité du produit de la distillation.

En me servant de cornues de verre, je ne pus décomposer convenablement que la partie externe de la masse; l'emploi d'une cornue en cuivre ne satisfit sous aucun rapport, car la température était difficile à régler et on n'obtenait qu'une faible proportion d'un goudron très foncé de couleur.

J'eus donc finalement recours à l'emploi de tubes d'analyse, de longueur médiocre (4 décimètres), en verre de Bohême. Ces tubes furent remplis à demi de sel calcique sec, puis chauffés dans un fourneau de Glaser, exactement comme il a été dit ci-dessus à l'occasion de la distillation de l'acide résineux avec le zinc.

Quand la chaleur progresse lentement d'ávant en arrière, il se forme d'abord un liquide oléagineux jaune clair; plus tard il passe une masse plus épaisse, et si la température est poussée très haut, le produit de la distillation est ordinairement rouge orangé et fortement fluorescent. Pour obtenir les matières dont il sera question plus loin, il importe de régler la température de façon que le produit qui distille soit aussi peu coloré que possible.

En opérant ainsi, j'ai successivement décomposé, dans l'espace d'une couple de semaines, 150 grammes d'acide podocarpique, qui m'ont fourni environ 90 C. C. de goudron.

Longtemps mes efforts pour extraire de la masse brute des combinaisons définies et constantes sont restés inutiles. La distillation fractionnée ne m'offrait qu'un faible secours, parce que les vapeurs des différents corps associés dans le goudron, malgré la différence considérable des points d'ébullition, se diffusaient assez facilement entre elles, de sorte que la température s'élevait peu à peu depuis 150° jusqu'au-dessus de 360°, sans rester nulle part stationnaire.

Le goudron fut distillé par petites quantités avec de l'eau, et l'opération continuée aussi longtemps qu'il passait encore avec l'eau des gouttelettes huileuses. Il était facile de voir qu'il se volatilisait ainsi au moins deux matières organiques différentes: d'abord, en plus grande quantité, un liquide assez mobile, plus léger que l'eau (A); ensuite, en proportion très minime, un liquide plus épais, sous forme de gouttelettes, qui tombaient au fond de l'eau (B). Le résidu resté

dans la cornue (C) prit une couleur de plus en plus foncée et une consistance semi-liquide épaisse; il fut mis à part et joint au résidu des opérations suivantes.

La matière B, qui dans la distillation avec l'eau avait passé surtout vers la fin et dont la densité était plus grande que celle de A, avait l'odeur et beaucoup d'autres propriétés du phénol, entre autres celle-ci, que sa dissolution aqueuse était colorée en bleu par le chlorure ferrique. Comme il était à supposer que le liquide léger A pouvait tenir en dissolution des quantités considérables de cette matière B, je le secouai avec une solution de potasse, et séparai ensuite, à l'aide d'une burette, le liquide oléagineux qui peu à peu s'était de nouveau rassemblé à la surface. Il avait perdu maintenant environ un sixième de son volume. La solution alcaline se troubla par l'addition d'un acide, effet dû à la séparation d'un liquide brun, ayant l'odeur du phénol. Je réunis la masse entière de ces liquides avec le produit B, rendis le mélange alcalin, et fis bouillir jusqu'à ce qu'il fût devenu impossible de percevoir l'odeur du produit A. La liqueur fut alors refroidie et acidifiée par l'acide sulfurique; il se sépara environ 2 c. c. d'un liquide brun foncé, qui s'enfonçait dans l'eau et qui avait tout à fait l'odeur du phénol. Une partie des liquides aqueux qui avaient été séparés des produits A et B, partie par hasard conservée, fut secouée avec de l'éther, puis la couche éthérée de couleur foncée fut isolée à l'aide d'un entonnoir à robinet, et évaporée. De cette manière, je recueillis encore à peu près 2 c. c. de la même substance analogue au phénol.

En tout, il avait été obtenu 12 c.c. du produit A, 4 c. c. de B et 72 c. c. de C. Mais, comme au commencement j'avais jeté les liquides aqueux dont il vient d'être question, quelques c. c. de B doivent avoir été perdus avec ces liquides.

Je vais maintenant, pour plus de clarté, décrire séparément les phénomènes observés dans le traitement des trois produits essentiels.

A. Hydrocarbure C_9H_{14} (Carpène).

Le liquide A fut soumis à la distillation fractionnée suivant

la méthode de M. Linnemann. Une très petite partie passa entre 147° et 155° C. La masse principale fut recueilie à 155°—157° C. Ce qui distilla ensuite se bornait à quelques gouttes et avait une odeur toute différente de celle du produit principal.

Le liquide obtenu à 155—157° C. a fait l'objet des analyses suivantes:

I) 0,1772 gr. ont donné 0,5694 gr. CO_2 et 0,1809 gr. H_2O.
II) 0,1803 gr. ont donné 0,5788 gr. CO_2 et 0,1821 gr. H_2O.

	Trouvé.	
	I.	II.
C	87,7	87,5
H	11,3	11,2
	99,0	98,7

Ces chiffres indiquent clairement que le produit contenait de l'oxygène. Si nous admettons que celui-ci n'est pas un élément propre de la combinaison, et qu'il s'y est introduit directement, sans donner lieu à la formation d'autres composés que des produits d'oxydation directe, nous pouvons calculer le rapport de C et H dans la combinaison pure, en corrigeant les proportions centésimales, de manière que leur somme, qui n'est que d'environ 99, soit ramenée à 100. On trouve ainsi:

	I.	II.
C	88,6	88,5
H	11,4	11,5

J'ai essayé, en distillant la combinaison avec du sodium, de l'obtenir exempte d'oxygène; mais cette tentative n'a pas eu de succès, car différentes analyses du produit purifié ont fourni des chiffres presque identiques à ceux qui ont été rapportés plus haut. En préparant toutefois plus tard une nouvelle portion de la combinaison, j'ai eu soin de la préserver autant que possible du contact de l'air, et d'en faire l'analyse immédiatement après la préparation. J'ai alors obtenu les résultats suivants:

I) 0,2331gr. de matière ont donné 0,7521gr. CO_2 et 0,2517gr. H_2O.
II) 0,1873gr. de matière ont donné 0,6061gr. CO_2 et 0,1989gr. H_2O.

	Calculé.		Trouvé.	
	C_9H_{14}	$C_{10}H_{16}$	I.	II.
C	88,5	88,2	88,0	88,1
H	11,5	11,8	12,0	11,8
	100,0	100,0	100,0	99,9

Ces chiffres s'accordent très bien avec les formules C_9H_{14} ou $C_{10}H_{16}$, et, en somme, encore mieux avec la seconde qu'avec la première.

Pour jeter quelque jour sur la vraie formule du corps, j'ai tâché d'en obtenir un dérivé bromé propre à l'analyse. Aprés plusieurs essais infructueux, j'ai réussi de la manière suivante:

Un poids d'une molécule C_9H_{14}—$C_{10}H_{16}$ est dissous dans du sulfure de carbone pur. Au liquide on ajoute très graduellement 2 atomes de brome également dissous dans le sulfure de carbone. L'absorption du brome est d'abord très vive, ensuite plus lente, et accompagnée d'un dégagement d'acide bromhydrique. Le liquide, qui doit contenir un petit excès de carbure C_9H_{14}, est alors évaporé à l'air dans une capsule plate; le résidu est chauffé quelque temps à 60—80° sur un bain-marie, jusqu'à ce qu'il reste un liquide sirupeux. Celui-ci est constitué par $C_9H_{13}Br$, comme les résultats des analyses ci-dessous l'établissent avec une probabilité suffisante:

I) 0,2311 gr. de matière, brûlés par $PbCrO_4$, ont donné 0,4483 gr. CO_2 et 0,1352 gr. H_2O.

II) 0,2012 gr. de matière ont donné 0,3888 gr. CO_2 et 0,1213 gr. H_2O.

III. 0,1634 gr. de matière, calcinés avec CaO, ont donné 0,1597 gr. AgBr.

	Calculé.		Trouvé.		
	$C_9H_{13}Br$	$C_{10}H_{15}Br$	I.	II.	III.
C	53,7	55,8	52,9	52,7	—
H	6,5	7,0	6,5	6,7	—
Br	40,8	35,8	—	—	41,6

L'hydrocarbure C_9H_{14}, auquel, pour abréger, nous donnerons

provisoirement le nom de *carpène*, est un liquide mobile, plus léger que l'eau, très soluble dans l'alcool, le sulfure de carbone et le benzol. Son odeur rappelle d'une part celle de l'essence de térébenthine, et d'autre part celle du styrol. Il absorbe avec beaucoup d'avidité l'oxygène de l'air, se comporte sous ce rapport à la manière des terpènes, et forme par oxydation un corps amorphe, résineux. C'est le hasard qui m'a conduit à observer ce fait, survenu à mon détriment. Toute ma provision de C_9H_{14} était restée pendant 22 jours dans un petit flacon mal bouché, et durant cet intervalle le liquide avait manifestement perdu de sa fluidité. Soumis à la rectification, il commença subitement, beaucoup au-dessous de 155° (point d'ébullition de la combinaison pure), à développer du gaz en abondance; cette réaction continua encore quelque temps après que la source de chaleur eut été éloignée. La distillation ayant ensuite été reprise, il resta dans la cornue un résidu résineux.

Pour m'assurer qu'il y avait eu réellement fixation d'oxygène, j'ai exposé ce résidu pendant quelques jours à l'air sur un verre de montre plat, puis je l'ai encore chauffé pendant quelques heures au bain-marie, et enfin je l'ai analysé.

Le résidu total, pesant 0,1193 gr., donna 0,3255 gr. CO_2 et 0,1063 gr. H_2O. On déduit de là:

C	74,4
H	9,9
O	15,7
	100,0

Ces chiffres mettent en pleine évidence une absorption considérable d'oxygène. Si nous supposons que l'oxydation de C_9H_{14} présente une certaine analogie avec celle de $C_{10}H_{16}$, laquelle donne naissance aux acides sylvique, pinique et pimarique, nous avons lieu de présumer que la formule de la résine formée, ou de l'acide résineux formé, sera $C_{18}H_{26}O_2$. La production de cette combinaison devrait alors se faire d'après la réaction:

$$2(C_9H_{14}) + 3O = C_{18}H_{26}O_2 + H_2O$$

analogue à

$$2(C_{10}H_{16}) + 3O = C_{20}H_{30}O_2 + H_2O.$$

La formule $C_{18}H_{26}O_2$ exige toutefois 78,8 C et 9,5 H. Si l'on admet que l'acide a fixé une molécule d'eau, l'accord entre les chiffres trouvés et ceux qui correspondent à la formule proposée devient très satisfaisant.

	Calculé	Trouvé.
C_{18}	74,0	74,4
H_{28}	9,6	9,9
O_2	16,4	15,7
	100,0	100,0

De ce qui précède, il résulte donc qu'il existe une grande analogie entre l'hydrocarbure C_9H_{14}, obtenu par moi, et les terpènes $C_{10}H_{16}$. Or, d'après les dernières recherches de M. Oppenheim (*Berichte der deutschen chem. Gesellsch.*, V, 94 et 628), les essences de citron et de térébenthine doivent être regardées comme des bihydrures de cymol; le corps C_9H_{14} est donc aussi, très probablement, un semblable produit d'addition d'un des hydrocarbures aromatiques C_9H_{12}. Il fournirait le premier exemple d'un terpène à 9 atomes de carbone. Jusqu'à présent de pareilles combinaisons n'ont pas été rencontrées dans la nature, mais rien ne s'oppose à la possibilité de leur existence; les recherches faites par plusieurs chimistes, concernant les produits d'addition des hydrocarbures aromatiques, donnent plutôt lieu de présumer que les terpènes ne constituent que des cas particuliers des combinaisons comprises dans la formule générale $C_{6+x}H_{8+2x}$.

Les hydrocarbures faisant partie de ce groupe pourraient être désignés par les noms suivants:

C_7H_{10}	Toluterpènes
C_8H_{12}	Xyloterpènes
C_9H_{14}	Cumoterpènes
$C_{10}H_{16}$	Cymoterpènes.

Dans l'acception la plus large, l'ensemble de ces combinaisons ne formerait encore qu'une simple subdivision de la série totale des produits d'addition, dont les formules sont

$$C_{6+x}\,H_{8+2x}$$
$$C_{6+x}\,H_{10+2x}$$
$$C_{6+x}\,H_{12+2x},$$

où x ne pourrait prendre une valeur supérieure à 6.

A la dernière de ces subdivisions devrait être rapporté l'hydrocarbure C_8H_{16}, que M. F. Wreden (*Berichte der deutschen chem. Gesellsch.*, V., 609) a obtenu en réduisant l'isoxylol par l'acide iodhydrique, et qui, tout comme les terpènes et la combinaison C_9H_{14} réalisée par moi, absorbe l'oxygène avec avidité. Il serait très intéressant de savoir si l'oxydation à l'air de cet hydrocarbure C_8H_{16} conduit également à la production d'une résine.

Mais revenons à notre carpène.

La faible quantité qui m'en restait, après les expériences mentionnées ci-dessus, ne me permettait pas de fixer la constitution par des expériences d'oxydation exécutées sur une échelle un peu large. Plus tard, si je puis me procurer une plus grande quantité de résine, je reprendrai cette étude, et j'espère alors combler les lacunes que j'ai dû y laisser. Pour le moment, je dois me contenter de faire connaître le résultat de quelques essais d'oxydation faits très en petit.

Environ $1\,^1/_2$ c. c. de l'hydrocarbure, mêlés avec du bichromate de potassium et de l'acide sulfurique étendu, furent chauffés pendant 6—8 heures consécutives dans un matras, disposé de façon que les vapeurs dégagées pouvaient être condensées et que le liquide provenant de cette condensation était ramené dans le matras; après ce traitement, l'hydrocarbure restant fut soumis à la distillation. Je fis une analyse de ce résidu, afin de m'assurer si peut-être la combinaison C_9H_{14} avait été convertie par l'oxydation en une matière de la formule C_9H_{12}. Voici le résultat de cette analyse:

0,2134 gr. de l'hydrocarbure séché ont donné 0,6862 gr. CO_2 et 0,2170 gr. H_2O.

	Calculé.		Trouvé.
	C_9H_{14}	$C_{10}H_{12}$	
C	88,5	90,0	87,7
H	11,5	10,0	11,3
	100,0	100,0	99,0

On voit donc que le carpène, chauffé avec l'acide chromique, est oxydé en totalité, et non tranformé en une combinaison plus pauvre en hydrogène. En effet, si par le calcul on ramène les chiffres de l'analyse au nombre 100, on obtient 88,6 C et 11,4 H, ce qui s'accorde parfaitement avec la formule C_9H_{14}.

L'oxydation fut ensuite reprise; pour commencer, on chauffa l'hydrocarbure avec une proportion relativement petite du mélange oxydant, et celui-ci ne fut ajouté en quantité plus grande que lorsque le liquide fut devenu d'un vert foncé pur. Après chaque addition du mélange chromifère, on observait un dégagement de CO_2, assez fort, mais de courte durée. L'oxydation se fit, en général, très rapidement, et il fallut des quantités relativement grandes d'acide chromique pour oxyder la faible masse de l'hydro-carbure. Lorsque celui-ci eut entièrement disparu, on ne constata pas la formation d'un précipité blanc. La liqueur verte, qui répandait une forte odeur d'acide acétique, fut, après refroidissement, secouée avec de l'éther; le liquide éthéré, abandonné à l'évaporation, ne laissa qu'un peu d'acide acétique. Après que l'oxyde de chrome eut été précipité par l'ébullition avec la potasse, on chercha inutilement, dans le liquide incolore, la présence de quelque autre combinaison aromatique.

L'oxydation de $^1/_2$ c. c. de l'hydrocarbure par un mélange de 1 partie d'acide nitrique de 1,34 p.s. et 3 parties d'eau, ne donna pas un résultat meilleur; après la disparition de l'hydrocarbure, tout ce qui se sépara par le refroidissement fut une quantité extrêmement petite d'un liquide huileux épais, probablement une combinaison nitrée. Le liquide aqueux, qui était coloré en jaune, devint rouge brunâtre quand on le satura par la potasse; l'évaporation de cette solution neutre donna lieu à la formation de cristaux de salpêtre, et de la dernière eau mère on put séparer, au moyen d'un excès d'acide nitrique étendu, une trace d'une matière brun jaunâtre, qui offrait des indices de cristallisation et qui consistait vraisemblablement en quelque acide nitré.

Des résultats obtenus on peut conclure avec certitude que dans

l'oxydation de l'hydrocarbure C_9H_{14} il ne se forme pas d'acide téréphtalique. La faible quantité de matière sur laquelle j'ai opéré ne permettait pas de se prononcer sur le plus ou moins de probabilité de la formation d'autres acides aromatiques.

Pour finir, mentionnons encore, au sujet de notre carpène, que par l'action du brome on peut en obtenir deux produits de substitution, $C_9H_{13}Br$ et $C_9H_{12}Br_2$. Le premier est assez stable à la température ordinaire; le second ne l'est pas, car il se décompose peu à peu avec émission de BrH et formation d'autres produits de couleur foncée. Les vapeurs des deux bromures, surtout quand ceux-ci sont évaporés en présence d'un liquide plus volatil, attaquent fortement les muqueuses du nez et des yeux; ces corps demandent donc à être maniés avec quelque précaution. Ni l'un ni l'autre ne se laissent distiller sans décomposition.

B. Paracrésol (α-Crésol.)

Ainsi qu'il a été dit plus haut, le produit distillé B paraissait contenir, comme élément principal, une matière phénolique. Pour acquérir quelque certitude à cet égard, le peu que je possédais du produit fut soumis à la distillation fractionnée, dans une petite cornue spécialement construite pour cet objet. Aprés qu'une petite quantité d'eau se fut dégagée, en provoquant de violents soubresauts, la température s'éleva en quelques secondes à 202° C, et il distilla environ $2\frac{1}{2}$ c.c. d'un liquide brun clair. Le thermomètre monta ensuite subitement bien au-delà de 300°, et dans la cornue il resta finalement une masse noire, charbonneuse.

Une analyse du produit passé à 202° C. a fourni les résultats suivants:

0,1748 de matière ont donné 0,4983 gr. CO_2 et 0,1262 gr. H_2O.

	Calculé.	Trouvé.
C_7	77,8	77,8
H_8	7,4	8,0
O	14,8	—
	100,1	

Il y a, comme on le voit, un accord très satisfaisant entre les chiffres obtenus et ceux qu'on déduit de la formule du crésol; la proportion d'hydrogène est seulement un peu forte. La circonstance que dans le traitement de la matière en question il se dégageait une odeur urineuse très désagreable, qui se communiquait même aux vêtements, me fit soupçonner que j'avais affaire à l'α-crésol de MM. Engelhardt et Latschinoff. Toutefois, il me fut impossible de faire cristalliser au sein d'un mélange réfrigérant la petite quantité de matière dont je disposais, même en jetant dans le liquide épais une parcelle de crésol solide préparé au moyen de l'α-toluolsulfonate de potassium.

Le point d'ébulition observé et l'odeur caractéristique du produit étaient pourtant si convaincants, que je crus devoir attribuer la non-cristallisation à la présence d'éléments étrangers (entre autres à une petite quantité d'un phénol supérieur). La légitimité de cette supposition fut en effet pleinement démontrée lorsque, à l'exemple de MM. Engelhardt et Latschinoff (*Zeitschrift für Chemie*, V, 615), je traitai le crésol qui me restait par le chlorure de benzoyle, pour le transformer en crésol benzoylique. Après une demi-heure d'ébullition avec un léger excès de chlorure de benzoyle, il se forma d'abord une petite quantité d'une masse visqueuse noire, qui resta attachée à la paroi du verre. La partie demeurée liquide, séparée par décantation et abandonnée au refroidissement, se coagula immédiatement en une masse cristalline. Celle-ci fut pressée entre du papier, et dissoute dans l'alcool bouillant. Par le refroidissement il se déposa des grains cristallins, dont le point de fusion était situé à 68° C., et dont l'analyse conduisit aux résultats suivants:

I) 0,1985 gr. donnèrent 0,5776 gr. CO_2 et 0,1048 gr. H_2O.
II) 0,2003 gr. donnèrent 0,5826 gr. CO_2 et 0,1051 gr. H_2O.

	Calculé.	Trouvé. I.	Trouvé. II.
C_{14}	79,3	79,3	79,3
H_{12}	5,7	5,9	5,8
O_2	15,0	—	—
	100,0		

On voit que le dérivé benzoylique obtenu était bien l'α-crésol benzoylique. MM. Engelhardt et Latschinoff donnent pour le point de fusion de ce composé 70° C., et pour celui du γ-crésol benzoylique 38° C.; quant au β-crésol benzoylique, ils le décrivent comme un liquide.

C.

Matière phénolique $C_{16}H_{20}O$ (Hydrocarpol).

Matière phénolique $C_{15}H_{12}O$ (Méthanthrol).

Un essai préliminaire, exécuté sur la masse sirupeuse laissée par la distillation du goudron brut avec l'eau, montra qu'elle contenait encore un peu de α-crésol, et que, sous la pression atmosphérique ordinaire, elle commençait à bouillir vers 230° C.; la température, toutefois, ne tarda pas à s'élever jusqu'au-delà de 260° C., et il passa finalement un liquide jaune très épais, d'une odeur aromatique.

Pour éviter autant que possible les phénomènes de décomposition et d'oxydation, la masse principale du goudron fut distillée dans le vide; cette opération devant être continuée pendant plusieurs jours de suite, à cause de la tension excessivement faible de la vapeur des matières qui constituent le goudron, l'emploi d'une pompe pneumatique mue par la vapeur rendit d'excellents services.

La distillation commença à environ 90° C.; mais bientôt la température monta à 218° C., et pendant plusieurs heures elle resta stationnaire à 220°; l'opération put encore être continuée jusqu'à ce que la température eut atteint à peu près 250° C. Arrivé à environ 230° C., j'eus à lutter contre une difficulté imprévue; à la suite d'une légère diminution de pression, produite par le mouvement d'ascension du piston de la pompe pneumatique, le liquide contenu dans la cornue commença subitement à écumer et à rejaillir, de sorte que le produit de la distillation fut fortement souillé. Après quelques tentatives infructueuses, je parvins enfin à lever cette difficulté, en remplissant la cornue de petits fragments de coke, jusqu'à une hauteur telle qu'ils dépassaient d'environ 1½ centim. le niveau du liquide. L'écume venait alors se briser contre les saillies du coke, et n'exerçait plus aucune influence fâcheuse sur la marche de l'opération.

Comme je l'ai déjà dit, cette distillation du goudron dans le vide prit un temps très considérable. Les vapeurs se dégageaient avec une tension si faible, qu'à la température de 220° C., en une heure de temps, je pouvais à peine recueillir $\frac{1}{2}$ c.c. de produit distillé. Lorsque le thermomètre fut arrivé à 230°, et que j'eus obtenu environ 30 c.c. d'un produit peu coloré, il ne passa presque plus rien; je résolus alors de cesser la distillation dans le vide et de continuer l'opération sous la pression ordinaire de l'air.

Dans ce nouveau traitement, il se présenta des phénomènes que je ne m'expliquai que plus tard, et dont, pour ne rien omettre, je dois faire ici mention.

La distillation lente du dernier résidu, exécutée, comme je viens de le dire, sous la pression atmosphérique, me donna, en assez peu de temps, un produit passablement fluide, qui différait tout à fait de celui que j'avais recueilli dans le vide, à 220°. Lorsqu'il ne resta plus que 2—3 c.c. de liquide dans la cornue, la fluidité du produit diminua de nouveau fortement; la plus grande partie s'arrêta dans le col de la cornue, et devint peu à peu complétement solide et cristalline.

La distillation fut alors bientôt terminée; la cornue ne contenait plus qu'une petite quantité de charbon, d'où l'on pouvait encore extraire par le sulfure de carbone une trace d'une combinaison fortement fluorescente (probablement un hydrocarbure). La température à laquelle a lieu la formation du produit fluide se trouve au-dessus de 360° C, et dans le dernier stade de l'opération la chaleur est si forte que le verre des petites cornues (verre à base de soude) se ramollit.

L'étude attentive du produit fluide, dont il a déjà été question plusieurs fois, montra qu'il consistait en un mélange de 3 matières, savoir: 1°. le carpène C_9H_{14} décrit précédemment, 2° l'α-crésol et 3° le corps phénolique sirupeux qui distille dans le vide à 220° C. Quant à la méthode suivie pour cette étude, je puis me dispenser d'en parler, attendu que j'ai déjà exposé en détail, p. 233 et suiv., la manière d'isoler les trois éléments principaux qui viennent d'être nommés. Il suffira d'ajouter ici que la pré-

sence du carpène a été démontrée par la détermination du point d'ébullition (155° C.) et par une analyse élémentaire de l'hydrocarbure purifié à l'aide de la potasse; que l'existence de l'α-crésol a été confirmée par la préparation de la combinaison benzoylée fusible à 68°; et enfin que le troisième élément a été reconnu à ses caractères physiques (point d'ébullition dans le vide, etc.) et aux résultats de l'analyse élémentaire.

La circonstance que les points d'ébullition du carpène et du paracrésol sont tous les deux beaucoup plus bas que celui du phénol distillant à 220° C. dans le vide, nous oblige d'admettre qu'à la température élevée, à laquelle a été exposé le résidu resté dans la cornue, il y a eu décomposition de la matière primitive, et que l'hydrocarbure C_9H_{14} et le paracrésol appartiennent l'un et l'autre aux produits qui prennent alors naissance. Nous verrons d'ailleurs, plus loin, que le corps *solide* qui passe à la fin de la distillation a la même origine, c'est-à-dire qu'il doit également être considéré comme un produit de décomposition du phénol distillant à 220° C. dans le vide.

Passons maintenant à la description de cette dernière combinaison, que nous nommerons

Hydrocarpol ($C_{16}H_{20}O$).

Tel que je l'ai obtenu, ce corps constitue un liquide de couleur jaune, fortement réfringent, d'une consistance sembable à celle d'une térébenthine de Venise très épaisse, doué d'une odeur aromatique faible mais très caractéristique et n'ayant rien de commun avec celle du phénol ou du crésol. A l'état de pureté parfaite il serait probablement incolore, mais il est difficile de le débarrasser de tout élément étranger. A l'air il prend peu à peu une couleur plus foncée, sans toutefois que sa composition soit beaucoup altérée.

L'hydrocarpol est presque insoluble dans l'eau, très soluble au contraire dans l'alcool, l'éther, le benzol et surtout le sulfure de carbone.

Il se dissout facilement dans la potasse, et se laisse de nouveau précipiter de cette dissolution par l'addition d'un acide.

Par l'ébullition avec l'acide nitrique, l'hydrocarpol donne naissance à un dérivé nitré, qui cristallise très difficilement en grains rouge-brunâtre, et qui paraît se décomposer avec une grande facilité.

L'odeur de cette combinaison a beaucoup d'analogie avec celle du musc.

Les résultats de l'analyse de l'hydrocarpol, obtenu par distillation dans le vide à 220° C., ont été comme il suit:

I) 0,1875 gr. de matière ont donné 0,5780 gr. CO_2 et 0,1501 gr. H_2O.

II) 0,2147 gr. de matière ont donné 0,6630 gr. CO_2 et 0,1719 gr. H_2O.

III) 0,2070 gr. de matière ont donné 0,6386 gr. CO_2 et 0,1656 gr. H_2O.

	Calculé.	Trouvé.		
		I.	II.	III.
C_{16}	84,2	84,1	84,2	84,1
H_{20}	8,8	8,9	8,9	8,9
O	7,0	—	—	—
	100,0			

La raison pour laquelle j'ai donné à la matière phénolique $C_{16}H_{20}O$ le nom d'hydrocarpol, c'est qu'elle appartient indubitablement à ce qu'on appelle les produits d'addition de la série aromatique. Plus loin, on verra que l'acide podocarpique et le composé $C_{16}H_{20}O$ peuvent être considérés comme des dérivés du diphényle. Or, si dans l'hydrocarbure $C_{12}H_{10}$ on suppose l'hydrogène remplacé par des radicaux alcooliques C_xH_{2x+1} et par de l'hydroxyle, de telle sorte qu'il en résulte une combinaison saturée à 16 atomes de carbone, la formule de cette combinaison devra être $C_{16}H_{18}O$; un pareil corps pourrait être désigné brièvement par le nom de *carpol*, et il nous conduit à regarder le composé $C_{16}H_{20}O$ comme une matière relativement sursaturée de la série aromatique.

La décomposition que l'hydrocarpol pur éprouve à une température élevée (au-dessus de 360°) offre beaucoup d'intérêt.

Si l'on introduit quelques grammes de la combinaison dans une petite cornue, et qu'on la chauffe sur une petite flamme de gaz de manière à la faire bouillir très légèrement, elle se décompose peu à peu en matières d'une constitution plus simple; ces matières sont précisément celles que nous avons déjà appris à connaître comme produits de décomposition des dernières parties du goudron épais qui reste après la distillation de l'hydrocarpol, à savoir: le carpène, le paracrésol et une substance phénolique d'un point de fusion assez élevé.

De ce fait je crois pouvoir inférer que ces dernières portions du goudron épais, qui à une température élevée se comportaient exactement comme l'hydrocarpol, en étaient réellement formées pour la plus grande partie.

Je dois faire remarquer ici que la décomposition de l'hydrocarpol sous l'influence de la chaleur se fait très lentement et, en outre, d'une manière incomplète; car, avec les produits de décomposition les plus volatils, le carpène et le crésol, il passe une quantité considérable d'hydrocarpol [1]), et ce n'est que plus tard qu'on voit apparaître le phénol solide dont il a été question précédemment.

J'ai cherché, sans succès, à opérer un dédoublement plus complet de l'hydrocarpol à l'aide de quelque réaction simple. Dans cette tentative j'avais spécialement en vue la formation d'un hydrocarbure C_9H_{12}, suivant l'équation

$$C_{16}H_{20}O = C_7H_8O + C_9H_{12};$$

l'étude de ce corps C_9H_{12} aurait peut-être fourni le moyen de jeter plus de jour sur la constitution du carpène.

J'avais surtout attaché beaucoup d'espoir à la distillation de l'hydrocarpol avec P_2O_5. MM. Engelhardt et Latschinoff (*Zeitschrift für Chemie*, nouv. sér., p. 621—622) ont employé cette réaction

[1]) En même temps il se forme aussi du méthane CH_4 et une quantité d'eau *très petite*, mais nettement appréciable.

avec succès pour préparer le γ-crésol au moyen du thymol, et par là ils ont en même temps éclairci la structure chimique de cette dernière combinaison. En effet, sous l'influence de P_2O_5, le thymol $C_{10}H_{14}O$ se décomposa essentiellement de la manière suivante:

$$P_2O_5 + 6(C_{10}H_{14}O) = 6(C_3H_6) + 2\left[\begin{matrix} C_7H_7O \\ C_7H_7O \\ C_7H_7O \end{matrix}\right\} PO \Bigg] + 3H_2O,$$

et du phosphate de crésol obtenu on put isoler le crésol au moyen de la potasse, avec formation de phosphate de potassium. La preuve que le corps nommé γ-crésol par MM. Engelhardt et Latschinoff donnait de l'acide oxybenzoïque quand on le fondait avec la potasse, ne fut fournie que plus tard par M. Barth (*Ann. der Chem. u. Pharm.*, CIV, p. 361 et suiv.).

A l'exemple des deux chimistes russes, j'ai chauffé l'hydrocarpol avec $\frac{1}{5}$ de son poids de P_2O_5. La réaction ne se produit qu'à une température un peu élevée, mais elle marche du reste assez bien quand on a appris à la régler. Au commencement il se formait de l'hydrogène phosphoré spontanément inflammable; mais, en appliquant la chaleur d'une manière très lentement progressive, je parvins à éviter le dégagement de ce gaz, et à faire distiller une petite fraction de matière avant que la masse ne se carbonisât dans la cornue.

Le produit distillé avait l'odeur désagréable de l'hydrogène phosphoré, mais on lui enleva cette odeur en le chauffant doucement avec une dissolution faible d'acide chromique.

Après cette purification, on en sépara facilement, par la distillation avec l'eau, un liquide léger, qui, d'après sa composition et ses caractères physiques (point d'ébullition 155° C.), n'était autre chose que du carpène.

0,2146 gr. de cette matière donnèrent 0,6923 gr. CO_2 et 0,2146 gr. H_2O.

	Calculé C_9H_{14}.	Trouvé.
C	88,5	88,0
H	11,5	11,2
	100,0	99,2

Le résidu, soumis à une ébullition prolongée avec l'eau, fournit encore, en très petite quantité, des gouttelettes d'un liquide oléagineux, qui bouillait à 360° C., possédait une odeur faible et spéciale, et avait beaucoup d'analogie avec le phosphate de phénol découvert par M. Scrugham. Ce corps ne peut avoir été que du phosphate d'α-crésol; de même que la combinaison de M. Scrugham, il donnait, par ébullition avec l'acide nitrique, un produit nitré phosphorifère.

D'après ce qui a été dit plus haut au sujet de la décomposition de l'hydrocarpol par la distillation sèche, il est probable qu'il s'est aussi formé un phosphate de méthanthrol, mais que celui-ci a été décomposé sous l'influence de la haute température à laquelle la cornue était exposée.

Phénol solide $C_{15}H_{12}O$ (Méthantrol).

Le phénol solide, qui se forme dans la dernière phase de la distillation de l'hydrocarpol, se laisse assez facilement isoler, attendu qu'il est beaucoup moins volatil que la matière qui lui donne naissance. Dans la distillation j'en obtins une petite quantité à l'état pur, en chauffant d'abord fortement le col de la cornue pour faire égoutter l'hydrocarpol adhérent, et ensuite le lavant, pour ainsi dire, à plusieurs reprises avec de petites quantités du phénol solide fondu.

Ainsi obtenue, la combinaison en question était presque blanche, et seulement souillée par une petite quantité d'une matière insoluble dans la potasse. Cette matière fut facilement enlevée en secouant la dissolution potassique avec de l'éther. La liqueur alcaline, acidifiée par l'acide sulfurique, abandonna à l'éther la plus grande partie du phénol précipité; une petite partie se sépara au bout de 24 heures de la solution aqueuse éthérifère, sous la forme d'une masse feutrée, indistinctement cristalline. La solution éthérée, évaporée au bain-marie, laissa un liquide oléagineux, qui par le refroidissement se prit en une masse cristalline radiée. Celle-ci avait son point de fusion à 122° C., tout comme les cristaux feutrés dont nous venons de parler et auxquels elle était identique par ses propriétés chimiques.

L'analyse de la matière fournit les résultats suivants:
0,1815 gr. donnèrent 0,5733 gr. CO_2 et 0,0978 gr. H_2O.

	Calculé.		Trouvé.
	$C_{15}H_{12}O$	$C_{16}H_{14}O$	
C	86,5	86,5	86,1
H	5,8	6,3	6,0
O	7,7	7,2	—
	100,0	100,0	

On voit que les chiffres obtenus s'accordent bien avec chacune des deux formules $C_{16}H_{14}O$ et $C_{15}H_{12}O$, mais pourtant encore mieux avec la seconde qu'avec la première; je dois d'ailleurs faire remarquer à ce sujet que, vu le peu de différence des deux teneurs en C et en H, j'ai mis tous mes soins à obtenir des résultats analytiques aussi exacts que possible [1]).

Il y a toutefois d'autres raisons, plus importantes, qui m'ont conduit à regarder la formule $C_{15}H_{12}O$ comme plus probable que la formule $C_{16}H_{14}O$; ces raisons sont:

1°. que du méthanthrène $C_{15}H_{12}$ a été obtenu dans la distillation de l'acide podocarpique avec le zinc en poudre;

2°. que la production de CH_4, dans la distillation sèche de l'acide podocarpique et dans la décomposition de l'hydrocarpol sous l'influence d'une haute température, se laisse mieux expliquer en adoptant la formule $C_{15}H_{12}O$ qu'en admettant la formule $C_{16}H_{14}O$.

Au sujet de l'anthracol, ou plutôt des différents anthracols (analogues aux naphtols) dont l'existence peut être présumée, nous ne savons encore rien.

§. 3. Récapitulation des résultats obtenus par la distillation du podocarpate de calcium.

Les recherches dont il vient d'être rendu compte ont appris que le podocarpate de calcium, soumis à la distillation sèche, donne trois produits volatils principaux, savoir:

---

[1]) Le manque de matière *tout à fait* pure m'a empêché de faire des analyses plus nombreuses. La quantité du produit impur était trop petite pour qu'on pût songer à le purifier par la distillation fractionnée.

1°. Carpène C_9H_{14}.
2°. Paracrésol C_7H_8O.
3°. Hydrocarpol $C_{16}H_{20}O$.

La comparaison des formules des deux premières de ces combinaisons avec celle de l'acide podocarpique suggère immédiatement une relation très simple, exprimée par la formule de décomposition suivante:

$$C_{17}H_{22}O_3 = CO_2 + C_9H_{14} + C_7H_8O.$$

Si l'on compare l'acide podocarpique à d'autres oxacides de la série aromatique, d'une composition plus simple, à l'acide salicylique par exemple, il est permis de supposer que les combinaisons C_9H_{14} et C_7H_8O ne sont en réalité que des produits de dédoublement d'une matière phénolique $C_{16}H_{22}O$, laquelle pourrait être dérivée directement de l'acide podocarpique par l'élimination de CO_2.

Cette matière $C_{16}H_{22}O$ n'a pas été obtenue par nous en nature, mais bien sous forme d'hydrocarpol, lequel renferme H_2 de moins. Il n'y a pas lieu de s'en étonner, si l'on réfléchit qne l'hydrocarpol doit déjà être rangé parmi ce qu'on appelle les produits aromatiques d'addition (voir p. 245), et que par conséquent une matière qui contient encore 2 H de plus doit se trouver dans un état relativement très instable et être facilement décomposée par la chaleur.

Pour ce qui regarde l'hydrocarpol $C_{16}H_{20}O$, la production de ce composé se laisse donc expliquer très simplement par une décomposition de $C_{16}H_{22}O$, sous des conditions déterminées de température, dans lesquelles cette combinaison fragile se dédoublerait en $C_{16}H_{22}O$ et H_2.

Il y a pourtant une circonstance qui paraît difficilement conciliable avec cette manière de voir, c'est que la formule du sel calcique employé, $C_{17}H_{21}ca\ O_3$ ou $C_{34}H_{42}CaO_6$, ne s'adapte *pas* aussi simplement aux formules des produits engendrés dans la distillation sèche.

Si de la formule $C_{34}H_{42}CaO_6$ on retranche les éléments d'une molécule de carbonate de calcium, qui *doit* nécessairement se former, il reste $C_{33}H_{42}O_3$, et avec ce résidu la formation des

produits ci-dessus décrits ne se laisse expliquer qu'en admettant un dégagement d'oxyde de carbone.

Dans ce cas, en effet, on pourrait poser les équations suivantes:

1°. $C_{34}H_{42}CaO_6 = CaCO_3 + CO + C_{16}H_{22}O + C_{16}H_{20}O$

2°. $C_{16}H_{22}O = C_7H_8O + C_9H_{14}$.

Mais, comme l'expérience a appris que la quantité d'hydrocarpol formé est certainement six ou sept fois plus grande que celle du carpène et du paracrésol pris ensemble, il faudrait admettre en outre que $C_{16}H_{22}O$ peut aussi se dédoubler suivant la formule suivante:

$$C_{16}H_{22}O = C_{16}H_{20}O + H_2.$$

La formation du méthanthrol $C_{15}H_{12}O$, lequel existe probablement en petite quantité dans le goudron brut, peut être regardée comme le résultat d'une réaction secondaire. Nous avons vu, en effet, que cette matière prend naissance lorsqu'on chauffe l'hydrocarpol à une température qui dépasse tant soit peu le point d'ébullition; selon toute apparence, cela a lieu d'après l'équation:

$$3\,(C_{16}H_{20}O) = 2\,(C_7H_8O) + 2\,(C_9H_{14}) + C_{15}H_{12}O + CH_4.$$

Pour m'assurer autant que possible de l'exactitude des formules adoptées, j'ai aussi étudié les produits de décomposition auxquels donne naissance la distillation sèche de l'acide podocarpique pur, en accordant une attention spéciale aux gaz qui se dégagent dans cette circonstance.

§ 4. Distillation sèche de l'acide podocarpique pur.

Dès mes premières recherches sur l'acide podocarpique, j'avais déjà reconnu qu'il pouvait supporter une température très élevée (d'au moins 330° C.) sans éprouver de décomposition sensible. Un essai en petit, dans lequel quelques grammes de l'acide résineux furent soumis à la distillation sèche, eut pour seul résultat que, à une température dépassant beaucoup 360°, il passa dans le récipient, outre une petite quantité d'eau, une masse liquide épaisse, qui resta pâteuse après le refroidissement, et que je regardai simplement comme un anhydride.

En reprenant l'étude des produits de distillation, il me parut assez probable que, par une chaleur maintenue dans des limites convenables et réglée avec soin, l'acide résineux pourrait être scindé, en tout ou en grande partie, en combinaisons plus simples. J'avais devant l'esprit les recherches de M. Hlasiwetz sur l'acide guaïacorésinique, lesquelles ont montré qu'à une forte chaleur cette combinaison peut être distillée presque sans altération, mais qu'à une chaleur très modérée elle fournit du guaïacol et de la pyroguaïacine.

Comme il me semblait désirable de déterminer autant que possible quantitativement les produits gazeux qui pouvaient se former, l'appareil distillatoire devait être disposé de façon qu'aucune partie des gaz dégagés ne pût se perdre; en outre, à raison de la possibilité du dégagement de CO et CH_4, l'air contenu dans l'appareil, dont la présence eut été un grave embarras, devait en être chassé. Je remplis cette dernière condition, de la manière la plus simple et la plus facile, à l'aide d'un courant de CO_2 pur; ce gaz était ensuite absorbé par la potasse avant qu'on procédât à la recherche de CO et CH_4 dans le mélange gazeux. Il est clair qu'en opérant ainsi on ne pouvait pas déterminer simultanément la quantité du gaz CO_2 formé dans la distillation; je fus donc obligé de faire, en vue de cette détermination, quelques expériences spéciales. Pour celles-ci, je me servis d'une petite cornue d'environ 20 c.c. de capacité, qui était reliée hermétiquement, au moyen d'un anneau de caoutchouc, à un récipient d'une capacité égale. Dans la tubulure de la cornue était fixé, à l'aide d'un bouchon de caoutchouc, un tube de verre recourbé à angle droit, qui conduisait à un gazomètre rempli d'air; la tubulure du récipient était mise en rapport, de la même manière, avec les tubes de dessiccation et d'absorption.

Pour une détermination de CO_2, on introduisait dans la cornue 1—2 grammes d'acide podocarpique, on assemblait l'appareil, on interceptait par un robinet à compression la communication entre la cornue et le gazomètre, et enfin on procédait à la décomposition de l'acide podocarpique. L'expérience terminée, on

faisait traverser l'appareil par de l'air sec et privé de CO_2, jusqu'à ce qu'on eût la certitude que tout le CO_2 était fixé sur la chaux sodée du tube d'absorption.

Lorsqu'il s'agissait de recueillir les autres produits gazeux de la décomposition, l'appareil recevait les petites modifications suivantes. Au lieu d'un gazomètre à air, on reliait à la cornue un appareil à dégagement de CO_2, et la tubulure du récipient était munie d'un tube abducteur, qu'on pouvait introduire dans l'ouverture d'un gazomètre de Simpson, en verre, d'une capacité d'environ 1 litre.

Dans la cornue on mettait de nouveau 1—2 grammes d'acide résineux, on montait l'appareil, et, avant d'y adapter le gazomètre en verre, on faisait passer pendant 1—1½ heures un courant de CO_2. Le robinet de l'appareil à dégagement d'acide carbonique était ensuite fermé, l'embouchure du tube abducteur introduite dans le gazomètre fermé par en haut et rempli d'eau, et celui-ci placé dans une cuve contenant assez d'eau pour que la tubulure se trouvât tout juste au-dessous de la surface. On chauffait alors la cornue, et quand le dégagement de gaz avait cessé, on faisait passer de l'acide carbonique jusqu'à ce que le gazomètre fût presque plein. Les gaz restés dans l'appareil distillatoire en étaient de cette manière expulsés complétement. Pour priver de CO_2 le mélange gazeux obtenu, on jetait très rapidement quelques petits bâtons de potasse par la tubulure du gazomètre, on fermait celle-ci avec un bouchon de caoutchouc, et on agitait le gazomètre, en l'ouvrant de temps en temps sous l'eau, jusqu'à ce qu'en présence d'un excès de potasse on n'observât plus d'absorption.

Avant de faire connaître les résultats de l'examen concernant la nature et la quantité des gaz, je dois encore décrire en peu de mots les phénomènes qui s'observent dans la décomposition de l'acide podocarpique.

La décomposition d'une quantité relativement petite d'acide résineux exige beaucoup de temps, et elle n'en reste pas moins très incomplète, attendu qu'il se forme proportionnellement beau-

coup d'hydrocarpol et seulement des quantités très minimes de carpène, de paracrésol et de méthanthrol. Si l'on fait refluer les produits distillés, la décomposition marche de plus en plus lentement, parce que la présence d'une quantité croissante de carpène et de paracrésol abaisse notablement le point d'ébullition du résidu resté dans la cornue. J'ai donc réussi le mieux en ne laissant pas refluer les produits volatils, mais en maintenant du reste la température aussi bas que possible.

C'est seulement à 330° C. que l'acide résineux fondu commence à dégager du gaz; ce phénomène ne prend toutefois une grande intensité qu'à des températures où le thermomètre à mercure refuse ses services.

Dans le cours de la décomposition on peut distinguer très nettement les périodes suivantes:

I. L'acide résineux abandonne une petite quantité d'eau, qui se rassemble dans le col de la cornue (à environ 330° C.).

II. Du gaz se dégage graduellement, et il passe une quantité de plus en plus grande d'un liquide oléagineux épais (essentiellement de l'hydrocarpol). Il se forme peu à peu une quantité *très faible* d'eau (estimée tout au plus à 3 ou 4 centigrammes pour 1 gramme d'acide résineux).

III. Le dégagement gazeux diminue; la distillation de produits volatils s'arrête; dans la cornue il reste encore une petite quantité d'un liquide qui se laisse bien chasser d'un point à l'autre au moyen de la flamme, mais qui ne peut être distillé qu'avec une peine extrême. Ce liquide est fluorescent, et par le refroidissement il se concrète en une masse cristalline radiée.

IV. Il ne reste, lorsque la cornue entière est chauffée fortement, rien qu'un peu de charbon.

Nous verrons que ces périodes ont chacune leur signification propre, et que, en ayant égard aux faits observés dans la distillation du podocarpate de calcium, elles ne sont pas difficiles à expliquer.

En premier lieu, maintenant, j'ai tâché de déterminer la quantité d'eau qui se forme au commencement de la décomposition. A cet

effet, lorsque dans la cornue, préalablement pesée avec son contenu, la production d'eau avait cessé, je la laissais refroidir, j'absorbais soigneusement l'eau avec du papier à filtre, et je prenais alors de nouveau le poids de la cornue.

Le résultat fut que l'acide résineux, à une température d'environ 330° C., perd en tout 3,1—3,3 d'eau pour 100 parties. Cela correspond exactement à 1 molécule d'eau (3,3 pour cent) pour 2 molécules d'acide résineux.

La décomposition commence donc par la formation de ce qu'on appelle un anhydride alcoolique, suivant la formule:

$$2\,(C_{17}H_{22}O_3) = C_{34}H_{42}O_5 + H_2O,$$

et la constitution de cet anhydride peut probablement être représentée par la formule abrégée:

$$\begin{matrix} C_{16}H_{20} \left\{ \begin{matrix} CO_2H \\ > O \end{matrix} \right. \\ C_{16}H_{20} \left\{ CO_2H. \right. \end{matrix}$$

Dans la suite de l'action, c'est, à proprement parler, cet anhydride qui se décompose.

La quantité de CO_2 qui prend naissance n'est pas toujours la même; dans différentes expériences j'ai trouvé les chiffres suivants:

N°. 1	8,5	
N°. 2	8,9	pour 100 parties
N°. 3	9,2	d'acide résineux,
N°. 4	9,3	

ce qui fait un peu plus que 1 molécule CO_2 pour 1 molécule d'anhydride (1 mol. CO_2 correspondrait à 8,0 % du poids de l'acide résineux).

Poursuivant l'examen, j'ai reconnu d'abord qu'il ne se forme pas de combinaisons gazeuses de la formule C_nH_{2n}. En effet, le mélange gazeux, secoué avec un peu d'eau bromée, n'en faisait nullement changer la couleur.

Un essai préliminaire a montré ensuite que le gaz, privé de CO_2, était absorbé en partie par le chlorure cuivreux dissous

dans l'acide chlorhydrique, et qu'il contenait par conséquent du monoxyde de carbone.

Une couple de déterminations du CO qui se forme dans la distillation d'un poids connu d'acide podocarpique ont été effectuées de la manière suivante. Après l'absorption de CO_2 par la potasse, le gaz qui restait était mesuré, puis on en faisait passer une partie dans une cloche sur le mercure. Ici, on absorbait CO par le chlorure de cuivre et ensuite ClH par un excès de solution de potasse, après quoi le résidu était mesuré à l'état humide. Au moyen du volume de CO trouvé après réduction, il était facile de calculer en poids la quantité totale de ce gaz. J'ai obtenu ainsi, dans deux expériences:

N°. 1 3,3 }
N°. 2 3,5 } CO pour 100 parties d'acide résineux;

ce qui correspond à peu près à 0,7 molécule CO pour 1 molécule d'anhydride.

Enfin, j'ai pu me convaincre que le gaz qui restait après l'absorption de CO_2 et de CO n'était que du méthane [1]). Pour cela, ce gaz fut conduit d'abord à travers un tube à chaux sodée, puis sur de l'oxyde de cuivre chauffé au rouge, et on détermina les quantités d'eau et de CO_2 qui s'étaient formées.

Dans une expérience j'ai trouvé qu'environ 70 c.c. gaz avaient donné par combustion 0,1104 gr. CO_2 et 0,0870 H_2O.

En calculant la quantité de CH_4 qui répond au CO_2 trouvé, on obtient:

0,0401 gr. CH_4.

Cette quantité renferme 0,0100 gr. H,
et nous avons trouvé 0,0097 gr. H.

Si le gaz avait été un mélange de CH_4 et de H, il aurait dû se former plus d'eau par la combustion.

Les gaz qui se dégagent quand l'acide podocarpique se dé-

---

[1]) Il n'y avait guère d'intérêt à exécuter une détermination quantitative du CH_4 formé, attendu que le dédoublement de l'hydrocarpol reste toujours incomplet.

compose sous l'influence d'une température élevée sont donc: le dioxyde de carbone, le monoxyde de carbone et le méthane.

Quant aux produits liquides qui se forment simultanément, ils paraissent être en grande partie les mêmes que ceux auxquels donne naissance la distillation du sel calcique. Seulement il faut remarquer que la proportion des différents éléments est tout autre dans chacun des deux cas. L'acide podocarpique pur donne en effet presque *exclusivement* de l'hydrocarpol, un peu de méthanthrol, et seulement des traces de matières pouvant êtres volatilisées avec l'eau.

La preuve que le produit principal est réellement de l'hydrocarpol, est donnée par le point d'ébullition (220°) observé en distillant ce produit dans le vide, ainsi que par les résultats des analyses suivantes:

I) 0,2301 gr. ont donné 0,7087 gr. CO_2 et 0,1863 gr. H_2O.

II) 0,2012 gr. ont donné 0,6183 gr. CO_2 et 0,1629 gr. H_2O.

	Calculé.	Trouvé.	
		I.	II.
C	84,2	84,0	83,8
H	8,8	9,0	9,0
O	7,0		
	100,0		

La quantité des produits facilement volatilisables était trop minime, pour que leurs propriétés pussent être constatées d'une manière suffisamment certaine; toutefois, je regarde comme probable qu'ils sont identiques avec le carpène et le paracrésol.

De même je crois pouvoir admettre, et cela sur des bases meilleures, que le produit passant en dernier lieu, dont il a été question p. 254, n'est rien autre que du méthanthrol. La quantité obtenue ne suffisait pas pour une analyse, mais bien pour reconnaître la solubilité du produit dans la potasse, et par suite sa nature phénolique, ainsi que pour étudier ses caractères physiques. Or, ces derniers étaient les mêmes que ceux du méthanthrol décrit précédemment; pour le point d'ébullition, entre autres, je

trouvai 120° C., ce qui s'accordait sensiblement avec le résultat antérieur.

Finalement, je ne dois pas négliger d'avertir que l'hydrocarpol obtenu dans la distillation de l'acide podocarpique a une odeur très spéciale, qui rappelle un peu celle des produits de distillation de l'acide tartrique. Cette odeur est probablement due au mélange d'une petite proportion de quelque matière étrangère, mais il m'a été impossible de constater son origine véritable. Peut-être faut-il la rattacher à l'existence d'une trace d'un acide organique volatil, qui passe avec l'hydrocarpol; la quantité de ce corps est d'ailleurs si petite, qu'elle ne communique, à un petit nombre de c.c. d'eau, qu'une réaction acide à peine appréciable.

§ 5. Récapitulation des résultats obtenus par la distillation sèche de l'acide podocarpique.

Les expériences décrites dans le § précédent ont montré qu'à une température de 330° C. l'acide podocarpique se dédouble en anhydride et eau, suivant l'équation:

$$2\,(C_{17}H_{22}O_3) = C_{34}H_{42}O_5 + H_2O;$$

qu'ensuite cet anhydride donne pour produits de décomposition essentiels: le monoxyde de carbone, le dioxyde de carbone et l'hydrocarpol, tandis qu'il faut considérer comme produits secondaires: le méthanthrol, l'eau et propablement aussi le carpène et le paracrésol.

Si l'on cherche toutefois à établir la formule de décomposition de l'anhydride, on reconnaît, d'après les quantités trouvées de CO_2 et de CO, que l'hydrogène doit aussi nécessairement être compris parmi les produits de la décomposition, et que celle-ci ne peut se faire que suivant la formule:

$$C_{34}H_{42}O_5 = CO_2 + CO + 2\,(C_{16}H_{20}O) + H_2.$$

Il est vrai que les expériences ci-dessus décrites n'ont *pas* démontré l'existence de l'hydrogène parmi les gaz mis en liberté; au contraire, si l'analyse exécutée mérite une confiance entière, son résultat prouve précisément l'absence de l'hydrogène.

Mais, en jugeant la valeur de ces expériences, on ne doit pas perdre de vue:

1°. que la quantité d'hydrogène, qui devrait se former d'après la formule en question, ne s'élève qu'à $\frac{1}{265}$ du poids de l'acide podocarpique, ce qui donne pour 2 grammes à peine 8 milligrammes de H, correspondant à 72 milligr. d'eau.

2°. que l'hydrogène, vainement cherché par nous, peut très bien être entré dans l'une ou l'autre combinaison, que nous ne saurions indiquer d'une manière précise.

Il est possible, par exemple, que la petite quantité d'eau, qu'on voit apparaître dans la 2e période de la décomposition, contienne effectivement l'hydrogène qui figure dans notre formule de décomposition.

Cette hypothèse me paraît surtout très acceptable à raison de la fluorescence des derniers produits de distillation, restés adhérents aux parois de la cornue. Le méthanthrol, qui en fait une partie essentielle, n'est pas fluorescent, tandis que cette propriété se rencontre chez le méthanthrène $C_{15}H_{12}$. D'après cela, je regarde comme probable que l'hydrogène est passé peu à peu à l'état d'eau en réagissant sur $C_{15}H_{12}O$:

$$C_{15}H_{12}O + H_2 = C_{15}H_{12} + H_2O.$$

Ce point n'a du reste qu'une importance tout à fait secondaire, et mon seul but, en présentant ces remarques, a été de rendre compte, autant que possible, de tous les phénomènes que j'ai observés dans le cours de mes recherches.

§ 6. Conlusion.

Sur la constitution de l'acide podocarpique.

Si nous rapprochons tous les faits qui peuvent servir à éclairer la constitution de l'acide podocarpique, nous arrivons à conclure que la formule de structure la plus simple est celle-ci:

$$C_6H_2 \left\{ \begin{array}{l} OH \\ CO_2H \\ CH_3 \\ C_9H_{15} \end{array} \right.$$

Mais, considérant en outre que le radical C_9H_{15} doit renfermer un noyau benzolique, je suis porté à croire que nous avons affaire ici à un produit de dérivation du diphényle, et, qui plus est, à un membre du groupe anomal des produits d'addition. Les faits observés indiquent en effet que l'acide podocarpique contient H_4 de plus qu'une matière aromatique — au sens ordinaire du mot — complétement saturée.

Tant que la constitution du carpène obtenu reste inconnue, il est impossible de rendre cette idée par une formule entièrement élaborée. Du reste, quand même cette constitution nous serait dévoilée, nous nous trouverions encore dans l'incertitude concernant la place qu'occupent les radicaux subtituants CO_2H, OH, CH_3 etc. Un seul point a pu être mis hors de doute: c'est que le radical OH prend vis-à-vis de 1 radical méthyle la position qui est ordinairement représentée par les chiffres 1.4.

Quoi qu'il en soit, il ne me paraît pas inutile de montrer comment la formule de structure de la combinaison *pourrait* être exprimée. A cet effet, je partirai de la supposition que la combinaison C_9H_{14} possède une constitution analogue à celle des terpènes, supposition qui, d'après ce que nous avons dit au sujet de la nature de cette combinaison, repose sur un fondement assez solide.

Le carpène peut alors être représenté par une des formules suivantes:

I.	II.	III.
$C_6H_3(H_2)\left\{\begin{array}{l}CH_3\\CH_3\\CH_3\end{array}\right.$	$C_6H_4(H_2)\left\{\begin{array}{l}CH_3\\C_2H_5\end{array}\right.$	$C_6H_4(H_2)\ \{C_3H_7.$

Ces trois formules sont l'expression brute de plusieurs cas d'isomérie, dont il est difficile de déterminer le nombre aussi longtemps que nous savons si peu de chose touchant l'influence que le H_2 en excès (placé entre ( ) dans la formule) exerce sur la nature des hydrocarbures aromatiques. Si l'on admet que le placement différent de ces atomes d'hydrogène exerce une influence analogue à celle qui s'observe pour le placement différent de CH_3,

OH etc.; si l'on suppose en outre que cet hydrogène en excès peut être fixé par *tous* les atomes de carbone du noyau benzolique, et non de préférence par ceux qui sont liés au carbone des radicaux alcooliques; alors la formule No. I peut déjà comprendre nombre de corps isomères.

Prenons, pour donner un exemple, un seul des triméthylbenzols, savoir celui qui est exprimé par la formule

$$C_6H_3 \left\{ \begin{array}{l} 1\,CH_3 \\ 2\,CH_3 \\ 3\,CH_3 \end{array} \right.$$

et supposons que 2 atomes d'hydrogène soient répartis à volonté sur les six atomes de carbone, de telle façon qu'il en résulte chaque fois un autre placement relatif des radicaux; cela pourra se faire, d'après mon calcul, de 3 manières différentes, qui se laissent indiquer par les chiffres suivants:

1.2; 3.4; 5.6.

De ce qui vient d'être dit, il ressort suffisamment que nous ne pouvons encore nous former qu'une idée assez vague de la manière dont de pareilles combinaisons sont construites; jusqu'à nouvel ordre, nous devons donc nous contenter d'écrire les formules du carpène telles qu'elles ont été données ci-dessus, sans nous livrer à des spéculations hasardées sur la structure précise de ce composé.

D'après cela, la constitution de l'acide podocarpique sera suffisamment indiquée par les trois formules brutes suivantes, applicables, respectivement, aux divers cas qui peuvent se présenter par rapport aux radicaux alcooliques existant dans le carpène.

$$\text{I.}\quad C_{12}H_4(H_4) \left\{ \begin{array}{l} OH \\ CO_2H \\ CH_3 \\ CH_3 \\ CH_3 \\ CH_3 \end{array} \right. \qquad \text{II.}\quad C_{12}H_5(H_4) \left\{ \begin{array}{l} OH \\ CO_2H \\ CH_3 \\ CH_3 \\ C_2H_5 \end{array} \right. \qquad \text{III.}\quad C_{12}H_6(H_4) \left\{ \begin{array}{l} OH \\ CO_2H \\ CH_3 \\ C_3H_7 \end{array} \right.$$

Le dédoublement du podocarpate de calcium en $CaCO_3$, C_9H_{14}

et C_7H_8O s'expliquerait de la manière la moins forcée au moyen d'une structure analogue à celle que représente le schéma suivant. Il ne faut d'ailleurs pas perdre un instant de vue que le nombre, la nature et la place des radicaux substituants (sauf en ce qui concerne les groupes CH^3 et OH appartenant au paracrésol) sont ici pris *tout à fait arbitrairement*, de sorte que le schéma est seulement destiné à rendre sensible une idée indiquant la constitution de l'acide podocarpique dans ses traits généraux.

```
                 COOH
                  |
                  C
                //  \
          H—C        C—OH
            |        ||
      CH3—C         C—H
              \\   /
                C
                |
  ..............|.................
                C
             /  |  \
  CH3 \     /   |   \      / CH3
       C        H       C
  H   /         |          \ H
       |                 |
       |                 |   / CH3
   H—C                 C
        \\             /     \ H
           C
           |
           H
```

Cette figure schématique exprime surtout nettement que, dans la décomposition de l'acide podocarpique, un des anneaux benzoliques n'a besoin que d'emprunter un seul atome d'hydrogène aux radicaux qni entourent l'autre anneau, pour se transformer, avec élimination de CO_2, en paracrésol.

Elle montre ensuite que dans le radical C_9H_{15} il n'est plus resté qu'une seule des liaisons doubles des atomes de carbone du noyau benzolique correspondant. Sous ce rapport, il importe peu que les radicaux substituants consistent en $3CH_3$, ou en C_2H_5 et CH_3, ou simplement en C_3H_7; puisque, dans les deux

derniers cas, certains atomes de carbone du radical C_9H_{15} devront être unis à 2H.

Lorsque la séparation des deux anneaux benzoliques s'opère, le fragment C_9H_{14} doit nécessairement présenter deux liaisons doubles entre les atomes de carbone, attendu que un atome d'hydrogène est enlevé au radical C_9H_{15} et qu'en même temps le lien des deux anneaux benzoliques se trouve rompu.

En finissant, je crois pouvoir faire remarquer que la manière dont je viens de considérer la constitution de la combinaison $C_{17}H_{22}O_3$ est, au point de vue de la formation de la méthanthraquinone dans la distillation sèche en présence du zinc, en parfaite harmonie avec les vues qui ont été récemment développées par M. Fittig (*Berichte der deutsch. chem. Gesellsch.*, VI, p. 178) au sujet de la structure de l'anthraquinone.

SUR L'ARCHITECTURE DES OS DE L'HOMME,

PAR

T. ZAAIJER.

On sait que les os qui composent le squelette de l'homme ne possèdent pas partout la même densité et la même dureté. Si l'on examine le sternum, les vertèbres, les extrémités des os longs, etc., on trouve dans la substance osseuse des cavités plus ou moins grandes, qui sont remplies par des parties molles, telles que vaisseaux sanguins, nerfs, moelle des os; ailleurs, par exemple dans le temporal, le sphénoïde, le frontal, on voit des cavités remplies d'air, et dont les parois sont tapissées par une membrane muqueuse. Dans d'autres parties du squelette, la substance osseuse est au contraire très serrée et très dure; il n'y a qu'à rappeler la pyramide du temporal, qui doit précisément à cette circonstance son nom de rocher, ou la table vitrée des os du crâne, ou encore le corps des os longs, surtout des plus grands, dans lequel les mêmes caractères sont également bien accusés.

La différence de densité et de dureté des différentes parties des os a conduit à distinguer une substance *compacte* ou *dure* et une substance *spongieuse*, et cette distinction est mentionnée dans presque tous les Manuels. Le tissu compacte se trouve avec une épaisseur plus ou moins grande à la surface des os, tandis que le tissu spongieux occupe leur partie interne, en présentant, bien entendu, des différences, suivant qu'il s'agit d'os longs, de ver-

tèbres, d'os du crâne, etc. La disposition relative est surtout très remarquable dans les grands os longs. Ici la substance compacte est le plus épaisse au milieu de l'os, et elle s'amincit progressivement vers le haut et vers le bas, de manière à ne plus former qu'une lame mince au niveau et au voisinage des extrémités articulaires. Cette lame mince limite la substance spongieuse qui compose les extrémités généralement renflées de l'os, tandis que la cavité médullaire proprement dite, qui existe dans la diaphyse, se perd vers le haut et vers le bas. Dans les vertèbres, au moins pour ce qui regarde le corps de ces os, il peut à peine être question d'une partie compacte. Elles consistent presque entièrement en une masse extrêmement poreuse, traversée par de très amples canaux vasculaires, et qui est limitée à l'extérieur par une couche fort mince. La plupart des os du crâne, ainsi que d'autres os plats, sont formés de deux tables compactes, entre lesquelles se trouve une masse osseuse plus tendre, qui porte, comme l'on sait, le nom de diploé. Il est à peine besoin de mentionner expressément que la distinction en masse compacte et masse spongieuse ne se laisse pas maintenir partout avec rigueur, et que des états de passage s'observent en beaucoup de points, tandis que, d'un autre côté, des os plats très minces, l'os lacrymal par exemple, ne sont formés que d'une seule couche de substance osseuse dure.

Jusqu'à une époque assez récente, notre connaissance des rapports mutuels entre la substance compacte et la substance spongieuse des os se réduisait à ce que je viens de rappeler succinctement. La substance spongieuse était considérée comme un réseau irrégulier de lamelles osseuses d'épaisseur inégale, laissant entre elles des aréoles de grandeurs différentes et en communication les unes avec les autres. Dans les divers Manuels que j'ai consultés à ce sujet (Hildebrandt-Weber, Henle, Meyer, Wilson, Gray, Hyrtl, Langer, Jamain, Beaunis et Bouchard, Aeby) on ne trouve guère plus que ce qui a été rapporté ci-dessus. Quelques-uns (Weber, Hyrtl, Sappey) distinguent encore un *tissu celluleux* et un *tissu réticulaire*; le premier est caractérisé par la petitesse

des cavités qui restent entre les lamelles osseuses, tandis que dans le second ces lamelles ont pris la forme de trabécules, ce qui a pour effet que les mailles sont plus grandes et communiquent entre elles par des ouvertures beaucoup plus larges. Jamain, à l'exemple de Gerdy, distingue le tissu réticulaire de la substance spongieuse proprement dite, à laquelle Gerdy avait donné le nom de *tissu canaliculaire*.

Ces distinctions toutefois n'ont pas une bien grande importance; elles ne nous aident en rien à mieux comprendre la signification de la substance spongieuse et ses rapports avec la substance compacte. M. Aeby, il est vrai, regarde la distribution des deux éléments comme „*parfaitement ordonnée*," et dans le placement de la substance compacte à la périphérie et de la substance spongieuse à l'intérieur il voit „*un arrangement qui seul peut satisfaire aux exigences mécaniques*;" mais c'est là tout ce qu'il en dit.

Bien que Duhamel paraisse déjà avoir remarqué quelque chose des relations caractéristiques de la substance spongieuse [1]), M. Humphry, de Cambridge, est le premier, à ma connaissance, qui ait eu des idées assez justes concernant la structure du tissu spongieux. Dans son Traité du squelette humain [2]), on trouve plusieurs passages qui ne laissent aucun doute à cet égard. C'est ainsi qu'on lit p. 11: „*It is interesting to observe the manner in wich the cancelli are arranged near the extremities of the bones so that the direction of their plates is chiefly perpendicular to the articular surface and*" — ajoute-t-il immédiatement, pour marquer la

---

[1]) *Mémoires de l'académie royale des sciences*, 1743, p. 141: „*Une circonstance à laquelle il faut prêter attention, puisqu'elle peut nous fournir quelque lumière sur la formation de la substance spongieuse des os, c'est que les lames osseuses intérieures ne s'étendent pas de toute la longueur des os, elles sont plus courtes que les extérieures et elles se recourbent vers l'axe des os, où elles se rident, elles se plissent, il en part des plaques et des filets osseux, ce qui contribue à la formation du tissu spongieux des os, qui comme l'on sçait est en grande quantité à l'extrémité des os longs.*" Et plus loin, p. 289: „*Vers les extrémités des os on aperçoit que les lames osseuses rentrent vers l'axe de l'os, où elles forment des espèces de voûtes plus ou moins surbaissées, etc.*

[2]) *A treatise on the human skeleton (including the joints)*, Cambridge. 1858.

signification qu'il attribue à ce fait — „*therefore in the line of the pressure the bone has to bear; thus affording the most effective support.*" — M. Humphry n'a donc pas seulement reconnu une certaine régularité dans la structure de la substance spongieuse, mais il en a aussi apprécié l'importance pour la fonction des os, spécialement au point de vue de la pression qu'ils ont à supporter. En traitant de chaque os en particulier, l'auteur décrit aussi, avec plus ou moins de détail, la substance spongieuse; plus loin, nous aurons l'occasion de revenir sur ses observations. Sur plusieurs des planches qui accompagnent son ouvrage, le tissu spongieux est représenté d'une manière assez exacte. [1]).

Il paraît cependant que l'ouvrage de Humphry est resté à peu près inconnu sur le continent. Du moins, personne n'a accordé quelque attention à ses observations touchant le sujet qui nous occupe. Elles ont échappé, entre autres, à M. Sappey. Celui-ci a vu un certain ordre dans la manière dont les lames osseuses sont disposées dans le tissu spongieux, ainsi que le prouve le passage suivant [2]): „*Au niveau des surfaces articulaires, les lames et colonnes osseuses sont en général perpendiculaires au tissu compacte, qu'elles soutiennent ainsi très efficacement. Sur les points où celui-ci est recouvert par le périoste, elles lui sont ordinairement obliques et quelquefois parallèles. A mesure qu'on s'éloigne de ce tissu elles s'inclinent irrégulièrement les unes sur les autres et n'affectent plus aucune direction déterminée.*" Cette dernière assertion, toutefois, montre clairement que M. Sappey n'a jamais observé les rapports d'une manière bien nette. Ses figures sont défectueuses (par ex. la fig. 148, représentant le fémur), et en décrivant les os du tarse il ne fait pas la moindre mention de

---

[1]) Voir, entre autres, le fémur sur la pl. XXXVIII, le calcanéum sur la pl. XLI, etc. Ainsi que nous l'apprend la préface et que je l'ai recueilli de la bouche même de l'auteur lors du séjour que j'ai fait à Cambridge dans l'été de 1868, toutes les figures sont dues à Mme Humphry, qui les a dessinées sur pierre, avec un remarquable talent, d'après des pièces préparées pour la plupart par M. Humphry lui-même.

[2]) *Traité d'anatomie descriptive*, 2e éd., Paris, 1866, t. I, p. 71.

la structure si caractéristique de la substance spongieuse dans le calcanéum.

A M. Hermann Meyer, de Zürich, revient incontestablement l'honneur d'avoir le plus contribué à nous faire connaître les relations réciproques et la signification des deux parties constituantes des os. Dans un Mémoire d'un petit nombre de pages[1]), il a donné la description, accompagnée de figures schématiques, de la remarquable structure de la substance spongieuse dans différentes parties du squelette. L'ancienne opinion, que le tissu spongieux aurait pour but de ne pas trop augmenter le poids de de l'os quand augmente la surface, peut être conservée comme exacte; mais il y a plus. Les parties dont ce tissu se compose sont arrangées de telle sorte que, nonobstant le relâchement de la substance osseuse („*Raréfaction*,") le pouvoir de résistance de chaque os soit assuré au plus haut degré possible. Examinée attentivement, la substance spongieuse montre une „*architecture bien entendue*," qui est dans le rapport le plus intime avec les fonctions de l'os, et qui par suite se retrouve toujours la même dans les mêmes points du squelette. Il n'y a à faire d'exception que pour les minces lames et colonnes qu'on trouve dans les cavités médullaires d'un certain volume, où elles forment un réseau délicat, destiné en quelque sorte à soutenir la moelle.

La substance spongieuse présente des formes différentes, suivant qu'elle doit offrir de la résistance dans une seule direction ou vers plusieurs côtés à la fois. Un exemple de la première forme se trouve à l'extrémité inférieure du tibia. Sur une section frontale on voit des lames osseuses parallèles, qui se portent vers le haut, se perdent insensiblement dans la substance compacte, et sont unies entre elles par des lames transversales. — Lorsque plusieurs de ces systèmes de lames viennent à se couper, il est clair que, suivant la manière dont cela a lieu, le tissu devient susceptible de résistance dans des directions diverses.

---

[1]) *Die Architectur der Spongiosa. Zehnter Beitrag zur Mechanik des menschlichen Knochengerüstes* (*Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin*, von Reichert und Du Bois-Reymond, année 1867, p. 615).

C'est dans l'astragale et dans le calcanéum [1]) qu'on peut voir le mieux comment, de cet arrangement des lames de la substance spongieuse, naît une véritable „*architecture intérieure*" des os. Sur une section sagittale de l'astragale [2]) on voit partir de la face articulaire supérieure deux systèmes de lames; l'un de ces systèmes se dirige vers la face destinée à l'articulation avec le scaphoïde, l'autre vers la face inférieure, qui s'appuie sur le corps du calcanéum. Le premier système se laisse poursuivre, dans la même direction qui l'a conduit à la tête de l'astragale, à travers le scaphoïde [3]) et le premier cunéiforme jusque dans la base du premier métatarsien. De même qu'on le voit à la partie inférieure du tibia, les lames, uniformément distribuées, s'éloignent de la face articulaire de la base du métatarsien pour former la substance dure de la diaphyse, et de là elles vont, en s'entrecroisant d'une manière particulière, s'implanter sur la face articulaire de la tête du même os. On peut admettre ici que les lames venant d'en haut transmettent la pression aux os sésamoïdes et au sol,

---

[1]) Le calcanéum est l'os où la structure en question a attiré pour la première fois l'attention de M. Meyer.

[2]) Voici ce que dit M. Humphry (p. 498) de la substance spongieuse de cet os: „*Immediately beneath that line (the line of greatest width of the articular surface for the tibia, where the greatest weight is received) is a dense mass of cancelli; and from these a number of strong laminae radiate into the interior of the bone, and are directed forwards, towards the upper part of the articular surface for the scaphoid bone, and backwards and downwards, towards the hinder articular surface for the os calcis. It is evident, therefore, from the structure displayed by a section of the astragalus that the weight of the leg is distributed, chiefly, in these two directions, viz. forwards to the scaphoid, and backwards, to the hinder part of the os calcis, and that but little weight is transmitted towards that under and fore part of the astragalus, which, resting upon the anterior facet of the os calcis, upon the calcaneo-scaphoid ligament, and upon the tendon of the tibialis anticus, is comparatively devoid of firm support.*"

[3]) Humphry, p. 502: *A vertical section made from before backwards shews the cancelli in its upper part to be strong, and well-marked, and directed straight forwards between the two articular surfaces.*" – Humphry parle aussi des lames dirigées d'arrière en avant dans les os cunéiformes, mais il ne dit rien de l'arrangement dans le premier métatarsien.

tandis que celles qui viennent d'en bas communiquent la pression à la première phalange du gros orteil.

Le second système de lames de l'astragale est dirigé en bas et en arrière, et il se continue dans le calcanéum, de telle sorte qu'on voit apparaître dans cet os deux systèmes de lames différents, séparés l'un de l'autre, sous le sillon du calcanéum, par un espace assez considérable; l'un de ces systèmes se porte vers la tubérosité du calcanéum et vers le sol, l'autre vers la face destinée à l'articulation avec l'os cuboïde. L'élégance de l'architecture du calcanéum n'est pas médiocrement accrue par de nombreuses lames courbes, disposées d'avant en arrière, et la convexité tournée en bas, à la partie inférieure de l'os (voir la figure). Ces lames sont de la plus haute importance eu égard à la pression à laquelle le calcanéum est exposé à sa partie inférieure, et elles ne sont sans doute pas dénuées non plus d'utilité pour l'insertion du tendon d'Achille [1]). — Dans l'os cuboïde, les lames qui viennent des deux faces articulaires antérieure et postérieure se croisent, ce qui a pour résultat que dans une partie de l'os la direction des lames est peu distincte.

A l'extrémité inférieure du tibia, sur une section sagittale, — où la face articulaire se montre distinctement excavée, ce qui n'est pas le cas sur une section frontale, — on remarque encore un système bien accusé de lames parallèles à la face articulaire. Une pareille disposition paraît exister surtout aux surfaces d'articulation concaves. On voit aussi en ce point, d'une manière plus nette qu'en beaucoup d'autres, que le nombre des lames osseuses

---

[1]) Cela s'accorde assez bien avec la description de l'architecture du calcanéum, telle qu'elle est donnée par M. Humphry, p. 501: „*A section shews that the hardest part of the os calcis, corresponding with the hardest part of the astragalus is that, which lies beneath the groove between its articular surfaces. Under this hardest part the structure is more cancellous than elsewere; indeed there is often quite a cavity there and the medulla is supplied by nutritious arteries passing through the adjacent wall of the bone. The hinder articular facet for the astragalus is underlaid by dense tissue, from which lines af cancelli radiate backwards and downwards. Near the hinder aud under surface they are crossed by cancelli, which are disposed according to the outline of the bone.*"

augmente au voisinage du cartilage articulaire, qu'il y est environ doublé, ce qui paraît dû à l'interposition de lames plus petites et plus courtes, qui sont unies aux grandes. Grâce à cette multiplication des lames, la pression se trouve répartie avec encore plus d'uniformité et sur un plus grand nombre de points de la surface articulaire.

A l'extrémité supérieure du tibia, les deux surfaces articulaires reçoivent la pression des deux condyles du fémur. On y voit, aux deux côtés, un système de lames analogue à celui qui vient d'être indiqué à l'extrémité inférieure du tibia ; en outre, de chaque surface articulaire, à savoir de la partie située près de l'épine intermédiaire, il part encore un autre système, qui se croise avec celui du côté opposé, et là se rattache à la substance compacte. Ces lames entrecroisées ne se distinguent d'ailleurs pas toujours avec la même netteté. Au-dessous des surfaces articulaires, on voit des lames transversales (*quergehende Streckbandzüge*), qui se croisent sous l'épine intermédiaire et se confondent en partie les unes avec les autres. [1])

L'extrémité inférieure du fémur montre le même arrangement que les deux extrémités du tibia, sauf toutefois l'entrecroisement des lames tel qu'on l'observe au haut du tibia. Les lames transversales sont très fortement développées.

A l'extrémité supérieure du fémur, sur une section frontale, la substance spongieuse se montre dans toute sa beauté. Un système étendu de lames part de la partie de la surface articulaire située sous la dépression qui donne attache au ligament rond et de la moitié inférieure-extérieure de la tête, traverse le col et se rend à la substance compacte du côté externe. Ce système, dont la convexité est tournée vers le haut, s'oppose à l'extension que tend

[1]) Humphry, p. 489: „*A section of the tibia ...... shews also the plates of the cancelli diverging from the inside of the wall, as it expands and becomes thinner, above and below. At the lower part they run perpendicularly to the articular surface; above, they do the same, but are directed in greatest number towards the middle of each articular facet, where there is a thickisch stratum of dense bone intervening between them and the cartilage.*"

à produire la pression exercée sur la tête du fémur (*Zugcurven*), et il se croise avec un autre système, agissant en sens inverse (*Druckcurven*), qui se détache à la hauteur du petit trochanter de la substance compacte du côté interne, d'où il se rend au grand trochanter. Un troisième système (qui n'est pas figuré tout à fait exactement par M. Meyer) se développe immédiatement au-dessus du précédent, se dirige en haut vers la partie interne du segment supérieur de la surface articulaire, et transmet directement la pression exercée par le bassin à la substance dure du côté interne du fémur. Enfin, il y a encore quelques lames qui viennent de la moitié extérieure de la surface articulaire supérieure et se perdent dans le premier et le troisième systèmes, ainsi qu'un petit nombre de lames qui dans le grand trochanter marchent parallèlement à la surface [1]).

Sur une section de l'os iliaque, passant par la facette auriculaire et la partie supérieure de la cavité cotyloïde, on voit que la contre-pression exercée par la tête du fémur est transmise par deux systèmes de lames, dont l'un la communique à la substance dure de la face externe, l'autre à celle de la face interne et de la facette auriculaire [2]).

Dans la rotule on voit deux systèmes principaux, parallèles aux deux faces; les lames affectent donc la disposition biconvexe, et elles sont unies par d'autres lames, dirigées à angle droit sur la face articulaire.

---

[1]) Humphry, pag. 474. „*The disposition of the bony plates forming the cancelli* (*in the neck of the femur*) *is worthy of remark. In the upper end of the bone they run, in great strength and in parallel lines from the summit of the head, where the greatest weight is borne, downwards to the expanding inner wall of the shaft, which is there very thick and is strengthened by the proximity of the lesser trochanter. Other plates, passing off from all round the interior of the wall in its whole circumference, where it expands, above the level of the lesser trochanter, run upwards and converge, near the junction of the neck with the great trochanter, so as to form a series of arches which support the upper wall of the neck. The great trochanter itself, which lies external to the line in which weight is transmitted, is composed of very light structure i. e. of delicate cancelli enclosing large cells.*"

J'omets, pour abréger, la description donnée par M. Humphry de la substance spongieuse de l'épiphyse inférieure du fémur; elle concorde assez bien avec celle de M. Meyer. Toutefois, M. Humphry ne fait pas mention des lames transversales.

[2]) M. Humphry ne dit rien à ce sujet.

Tels sont les résultats généraux obtenus par M. Meyer et que je n'ai pas cru pouvoir me dispenser de faire connaître. Quelques autres points, dont il est question dans son Mémoire, seront encore mentionnés plus loin.

Après lui, le premier qui se soit occupé du même sujet est le Dr. Julius Wolff, de Berlin. [1])

On pourrait s'étonner que le travail réellement remarquable de M. Meyer ait si peu attiré l'attention. Cela tient certainement, au moins en partie, à ce que les figures données par l'auteur sont schématiques et ont par suite inspiré moins de confiance que ne l'eussent fait des dessins véritablement fidèles. C'est ce qui est arrivé à M. Wolff, qui n'a été convaincu qu'après avoir vu les objets préparés par M. Meyer. C'est aussi ce qui m'était arrivé à moi-même, lorsque j'eus pour la première fois connaissance des recherches de cet anatomiste; j'avais, à cette époque, préparé et examiné quelques sections d'os, mais je les avais bientôt mises de côté comme médiocrement satisfaisantes; plus tard, j'ai reconnu que ces sections n'étaient pas suffisamment nettoyées et que c'était là la cause de leur peu de netteté.

Tandis que M. Meyer, pour obtenir ses préparations, s'était borné à scier les os en long et à les laisser ensuite macérer et blanchir, M. Wolff fit exécuter, dans une scierie d'ivoire, des coupes très minces, qui étaient nettoyées par un jet d'eau énergique et ensuite par l'ébullition dans une dissolution de soude, traitement qui leur donnait en outre une très belle couleur blanche. Cette méthode a aussi été suivie par moi dans ses parties essentielles; toutefois, je fus obligé de pratiquer moi-même les coupes, à l'aide d'une scie très fine. Les os, à l'état frais, étaient soigneusement débarrassés des parties molles adhérentes et privés complètement de la membrane périostique; les sections faites, un arrosage vigoureux leur enlevait autant que possible le sang et la substance médullaire qui les imprégnaient, après quoi je les chauffais douce-

[1]) *Ueber die innere Architectur der Knochen und ihre Bedeutung für die Frage vom Knochenwachsthum*, in Virchow's *Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin*, t. L. p. 389.

ment, pendant quelque temps, dans une solution de potasse de $\frac{1}{4}$ à 1 pour cent. La chaleur ne doit pas être poussée jusqu'à l'ébullition du liquide, parce que les préparations deviennent alors très fragiles et se désagrègent facilement. Souvent il m'en a coûté beaucoup de peine pour chasser les dernières impuretés logées dans les mailles délicates du tissu.

M. Wolff s'est principalement occupé de l'extrémité supérieure du fémur. Sur des sections frontales menées par la tête, le col, le grand trochanter et la diaphyse du fémur, on observe constamment, d'après lui, les particularités suivantes.

La substance compacte, dont l'épaisseur est la plus grande à la partie moyenne de l'os, s'amincit progressivement des deux côtés vers le haut, jusqu'à ce qu'enfin elle cesse entièrement. Au côté latéral cela a lieu à l'angle inférieur externe du grand trochanter, et au côté médial là où commence la voûte de la tête articulaire. Cet amincissement résulte de ce que, à chaque côté, des trabécules se détachent successivement de la substance compacte pour concourir à former la masse spongieuse. Celle-ci apparaît un peu au-dessous du petit trochanter, et à partir de ce point elle occupe tout l'espace jusqu'à l'extrémité supérieure de l'os. Environ cinquante trabécules se détachent à chaque côté du tissu compacte; en beaucoup d'endroits on peut les y poursuivre assez loin, même à l'œil nu.

M. Wolff distingue différents groupes de trabécules, suivant les points auxquels elles se portent. Parmi celles qui viennent du côté médial (côté des adducteurs), les inférieures se rendent, fortement dirigées en haut, dans la partie supérieure de la diaphyse et dans la partie inférieure du grand trochanter; les suivantes divergent plus en éventail et se rendent à la partie supérieure du trochanter, au col et à la tête. Ensuite on voit une série de trabécules qui divergent moins et qui, en haut et en dedans, pénètrent dans la tête du fémur; enfin, il y a encore quelques trabécules plus faibles, qui se distribuent dans les parties supérieure et inférieure de cette tête. — Les trabécules qui viennent du côté du trochanter se dirigent toutes, en courbes allongées, vers le

côté interne, à l'exception de celles qui se détachent le plus haut; celles-ci restent dans le trochanter.

Ici également, les trabécules moyennes divergent le plus et se partagent, tout comme cela se passe pour les trabécules moyennes venant du côté des adducteurs. Dans l'enfoncement sellaire au côté supérieur du col on voit une petite quantité de substance osseuse compacte, de laquelle partent des trabécules dans les deux directions, en dehors vers le grand trochanter, en dedans vers la tête du fémur. Au sommet du grand trochanter, là où s'insère le muscle moyen fessier, se trouvent encore quelques trabécules, qui se portent verticalement en bas.

Les trabécules d'un côté se croisent avec celles de l'autre côté à peu près sur la ligne centrale de l'os. Ces innombrables croisements se font tous sous des angles de 90°; lorsque, comme il arrive en quelques points, les angles sont arrondis, leurs côtés n'en restent pas moins perpendiculaires l'un à l'autre. Partout aussi les extrémités des trabécules sont à angle droit avec la surface de l'os.

Sur une section sagittale menée par l'axe de l'os, on voit, dans la partie inférieure et jusqu'au-dessus du petit trochanter, une série de trabécules montant verticalement, parallèles par conséquent à l'axe de l'os, et un second système qui croise le premier et qui est perpendiculaire à cet axe. Plus haut sur cette section, dans le col et la tête, on voit les trabécules qui s'élèvent à droite et à gauche converger les unes vers les autres et se croiser. Lorsque la section n'est pas exactement sagittale et ne passe pas par l'axe de l'os, les trabécules convergent aussi dans la partie inférieure de la pièce.

Une section transversale, prise perpendiculairement à l'axe de l'os au niveau du petit trochanter, montre à chacun des quatre côtés une série de trabécules parallèles au contour de l'os. On distingue en outre sur cette section une disposition des trabécules en fer à cheval; l'ouverture de ce fer à cheval est tournée vers l'intérieur. Sur une section transversale passant par le bas de la tête du fémur, on voit en premier lieu des anneaux concentriques, et en second lieu des trabécules qui se dirigent en rayonnant du centre de la section vers la périphérie.

En combinant les renseignements fournis par les différentes sections, on peut se former une idée de la structure de la partie supérieure du fémur; bien entendu, il ne faut pas perdre de vue que les trabécules qui se montrent sur les sections ne sont, dans la grande majorité des cas, pas autre chose que des coupes de lames osseuses, lesquelles lames présentent souvent des ouvertures plus ou moins grandes, à tel point, que parfois il ne reste plus que des tiges osseuses très minces reliées ensemble [1]). Aux côtés interne et externe il y a une série de lames dirigées d'avant en arrière et qui, comme elles convergent vers le haut, doivent en réalité affecter une disposition en toit. Dans la moitié inférieure de l'os, on voit aussi deux séries de lames allant de dedans en dehors, l'une parallèlement à la face antérieure, l'autre parallèlement à la face postérieure. Ces lames s'élèvent d'abord (comme on le reconnaît sur une section sagittale passant par l'axe de l'os) parallèlement les unes aux autres, mais vers le haut elles finissent aussi par converger en forme de toit. Dans le col et la tête, la substance spongieuse est donc partout formée de lames concentriques, qui se rencontrent en cône à leur sommet.

Relativement à l'architecture des autres os, M. Wolff ne nous apprend que peu de chose.

En ce qui concerne l'humérus [2]), il se borne à dire que chez l'homme la substance spongieuse de cet os, tout en possédant une structure fort remarquable, diffère entièrement de celle du fémur, tandis que chez les quadrupèdes (chevreuil, bœuf), elle montre un arrangement très analogue à celui de ce dernier os

Sur des sections verticales frontales, menées par le milieu de l'extrémité supérieure du tibia [3]), on voit d'abord, se détachant aux deux côtés de la couche extérieure de la substance compacte,

---

[1]) C'est ce que j'ai vu admirablement dans le fémur et aussi dans l'humérus, aux endroits où les lames commencent à se détacher distinctement de la substance compacte. Çà et là les tiges osseuses forment alors un réseau extrêmement délicat (*substance réticulaire*).

[2]) p. 419.

[3]) p. 420.

des trabécules parallèles qui se dirigent droit en haut. De la couche moyenne partent à chaque côté des trabécules qui se rencontrent et se croisent à la limite de l'épiphyse ou, chez l'adulte, dans ce qui reste de cette partie ; celles du côté interne se rendent au point d'insertion du ligament croisé du côté externe, et vice-versa. De la couche intérieure de la compacte procèdent des trabécules un peu moins distinctes, qui passent d'un côté au côté opposé.

La description de la substance spongieuse du calcanéum, donnée par M. Wolff, concorde dans les traits essentiels avec celle de M.Meyer, que j'ai communiquée ci-dessus. M. Wolff fait toutefois encore mention d'un quatrième système de trabécules parallèles, qui marchent de haut en bas à la face postérieure de la tubérosité du calcanéum, et qui sont évidemment en rapport avec l'action du tendon d'Achille.

Après avoir résumé les travaux dont l'architecture des os a été jusqu'ici l'objet, je vais maintenant faire connaître les résultats de mes propres recherches. Mon étude s'est bornée aux vertèbres et aux os des extrémités inférieures ; les circonstances ne m'ont pas permis de l'étendre à d'autres parties du squelette.

Les os examinés provenaient presque exclusivement de personnes adultes, surtout d'hommes. Tout d'abord j'ai remarqué qu'il existe une grande différence dans le degré de finesse du tissu spongieux chez des individus différents ; chez quelques-uns les lames sont beaucoup plus épaisses et plus solides que d'ordinaire; leur nombre est alors aussi plus petit, et les mailles sont plus grandes. Chez d'autres, les lames sont extraordinairement minces et les mailles très petites.

Si l'on pratique des sections verticales, suivant diverses directions, sur des vertèbres prises dans différentes parties de la colonne vertébrale [1]), il saute immédiatement aux yeux que les mailles deviennent plus larges à mesure que le volume des vertèbres augmente, par conséquent à mesure qu'on descend plus bas.

[1]) Humphry, p. 137: *The bodies of the vertebrae are composed of very light spongy structure, which is surrounded by a thin wall of moderately compact tissue.... The chier direction of their cancelli is vertical; in some parts it is more horizontal as near the lower surface of the last lumbar vertebra. The cells of the cancellated tissue are wider in proportion as the bodies of the vertebra are large.*

Les lames, qui se montrent sur les différentes sections, descendent ordinairement tout droit de haut en bas et sont unies entre elles par des cloisons transversales; celles-ci sont placées en haut et en bas parallèlement à la surface du corps vertébral, d'où il résulte une disposition réticulaire très régulière. Le nombre des lames rattachées aux deux faces de la vertèbre est plus grand, surtout à la face inférieure, que celui qu'on observe vers le milieu de la hauteur; ici la disposition est moins régulière et les mailles sont plus larges. Ces particularités sont le mieux accusées dans les vertèbres lombaires.

Sur des sections sagittales menées à travers ou au voisinage des larges canaux vasculaires, dont les ouvertures se trouvent à la face postérieure des corps vertébraux, le tissu spongieux perd souvent son aspect régulier et présente alors des lacunes assez grandes, très irrégulières.

Aux limites des sections (tant sagittales que frontales), là où la mince couche osseuse compacte qui entoure la vertèbre est infléchie en dedans, les lames ont une direction un peu différente. Celles qui viennent d'en haut se portent obliquement en bas et en dehors, et là s'appuient sur la mince couche compacte; celles qui de ce point se dirigent vers le bas ont souvent une inclinaison en dedans.

Les sections transversales montrent un arrangement réticulaire très régulier, où l'on peut reconnaître souvent, surtout vers la périphérie, une disposition radiée et un agrandissement progressif des mailles.

A l'endroit où les arcs se détachent du corps de la vertèbre, on voit les lames verticales de la face supérieure aussi bien que les lames horizontales de la face inférieure changer de direction; cela est surtout bien évident lorsque le trait de scie a passé par le milieu de l'épaisseur de l'arc. — Les deux systèmes convergent et renforcent la couche compacte des arcs, qui plus loin présentent à l'intérieur une masse spongieuse irrégulière.

La structure des vertèbres devient plus distincte à mesure qu'elles sont situées plus bas. Dans l'apophyse odontoïde de la

seconde vertèbre cervicale on ne voit pas encore de lames nettement longitudinales et transversales, mais on les distingue bien dans les vertèbres cervicales suivantes.

Le sacrum offre, quant à la direction des lames, les mêmes caractères que les vertèbres ordinaires; mais la netteté diminue à mesure qu'on descend. Dans les ailes du sacrum la direction des lames est moins bien accusée; çà et là j'ai cru reconnaître un cours oblique en dehors et en bas.

Pour ce qui regarde le tissu spongieux de la partie supérieure du fémur, je n'ai rien à ajouter ici à la description exacte donnée par M. Wolff et résumée ci-dessus.

A l'extrémité inférieure du fémur, sur des sections transversales, les lames se dirigent des deux côtés parallèlement à la substance compacte; au côté externe elles sont plus fortes et plus distinctes qu'au côté interne. Au milieu les trabécules sont très fines.

La compacte s'arrête, de même que dans le tibia, à la limite épiphysaire ou tout près de cette limite.

Sur des sections frontales j'ai vu les choses à peu près telles qu'elles ont été décrites par M. Meyer. Surtout au côté interne, les lames marchent parallèlement à la surface de l'os. Les lames transversales sont le mieux accusées au-dessus de la partie concave de la surface articulaire, là où elles sont le plus effacées dans la figure donnée par M. Meyer. Si l'on scie dans la direction sagittale, on voit les lames supérieures, qui se détachent de la compacte au côté postérieur, se porter avec une légère courbure en avant et en bas, tandis que les lames inférieures descendent presque en ligne droite. Les lames du côté antérieur sont moins arquées, mais elles sont pourtant aussi un peu inclinées en arrière, ce qui fait que les deux systèmes se croisent en des points innombrables.

Dans l'épiphyse il y a un tissu réticulaire très fin; sur plusieurs pièces j'ai vu, au voisinage du cartilage articulaire, quelques lames parallèles à ce cartilage.

Les sections verticales frontales de la partie supérieure du tibia présentent le tableau suivant. Les lames extérieures se

portent en haut et un peu en dehors, celles qui leur succèdent à l'intérieur vont plus directement en haut; toutes sont unies entre elles par des connexions transversales. Au centre des sections on voit des mailles rondes; ici les lames ne suivent plus un cours aussi régulier. Immédiatement au-dessous de l'éminence intercondyloïdienne, les lames qui viennent des deux côtés se croisent les unes avec les autres. Sous chacune des deux surfaces articulaires il existe 4 ou 5 lames transversales (les *quergehende Steckbandzüge* de M. Meyer); les inférieures se joignent d'un côté à l'autre, les supérieures suivent la courbure des surfaces articulaires et s'arrêtent aux bords de l'éminence intercondyloïdienne. M. Humphry indique ici „*a thickisch stratum of dense bone*;" il est probable que ses préparations n'étaient pas complétement dégorgées. Moi aussi je ne suis souvent parvenu qu'avec beaucoup de peine à nettoyer les fines mailles du tissu, surtout immédiatement au-dessous des cartilages articulaires.

Si l'on mène des sections sagittales par le sommet de l'éminence intercondyloïdienne, la substance spongieuse montre une série d'arcs élégants, qui se forment de la manière suivante.

Une partie des lames qui au côté antérieur sortent de la substance compacte [1]), à savoir les plus extérieures de ces lames, suivent à peu près la face antérieure de l'os et se terminent en haut avant d'atteindre l'éminence intercondyloïdienne. Les trabécules qui naissent plus à l'intérieur s'infléchissent en haut et en arrière, depuis l'éminence intercondyloïdienne jusqu'à un peu plus de 1 centim. au-dessus de la limite épiphysaire. Plus bas on ne peut plus les suivre distinctement.

Parmi les trabécules qui viennent du côté postérieur de la compacte, les extérieures s'élèvent suivant une direction sensiblement verticale, les moyennes s'inclinent tant soit peu en avant, et les suivantes se portent en avant avec une légère courbure.

Les systèmes qui viennent des côtés antérieur et postérieur se

---

[1]) Dans le tibia la couche compacte est beaucoup plus épaisse au côté antérieur qu'au côté postérieur.

croisent aux endroits où ils se rencontrent. Il en résulte donc une structure assez semblable à celle qu'on trouve plus haut, dans le fémur, à savoir une série de petites voûtes emboîtées les unes dans les autres et reliées ensemble en une foule de points. M. Humphry a figuré une section sagittale du tibia [1]), où l'on reconnaît plus ou moins la disposition que je viens de décrire; mais dans son texte il n'en fait aucune mention.

Sur les sections frontales de l'extrémité inférieure du tibia j'ai vu ce qui a été décrit et figuré par M. Meyer. J'ajouterai seulement que dans la malléole les lames sont en partie parallèles à la surface, et croisées par d'autres lames perpendiculaires à cette même surface.

Les sections sagittales montrent qu'à la face antérieure les lames quittent la compacte en plus grand nombre et à une plus grande distance de la surface articulaire.

Les lames qui viennent du côté antérieur et du côté postérieur convergent vers le bas, et les plus internes se croisent. Près de la surface articulaire leur nombre augmente, et on voit 2 ou 3 trabécules transversales dirigées parallèlement à cette surface.

A la partie supérieure du péroné, les lames venant de la surface articulaire se portent verticalement vers la compacte du côté interne. Les autres lames ont une direction descendante un peu oblique. A la partie inférieure on voit les lames se diriger droit en bas; les mailles sont très petites. Dans la malléole externe, tout comme dans celle du tibia, les trabécules sont parallèles à la surface extérieure et coupées par des lames transversales.

Dans l'astragale j'ai retrouvé les systèmes décrits par MM. Humphry et Meyer: le premier dirigé en arrière et en bas vers la surface articulaire postérieure du calcanéum, avec des liaisons transversales bien distinctes, parallèles à la concavité de l'articulation; le second allant dans la direction de l'os scaphoïde. Il y a encore un troisième système, composé d'un petit nombre de lames, qui d'en haut et en arrière se porte en bas et en avant, vers la facette articulaire antérieure du calcanéum. Ce

[2]) Plate XL.

système est aussi mentionné par M. Meyer [1]) et paraît avoir été également remarqué par M. Humphry (*voir* la note à la page 116). Une plaque de l'astragale, sciée d'en haut et en avant vers le bas et l'arrière, autant que possible dans la direction de la partie inclinée en arrière de la surface articulaire supérieure, montre des trabécules très régulièrement dirigées en bas et serrées les unes contre les autres. A l'angle interne inférieur de cette plaque, les lames vont obliquement d'en haut et en dedans vers le bas et le dehors, disposition qui me semble être en rapport avec l'insertion du ligament talo-tibial postérieur (Henle).

Au sujet du calcanéum je puis être bref. Mes observations ont confirmé celles de M. Humphry et de M. Meyer; j'ai aussi vu les lames parallèles à la face postérieure signalées pour la première fois par M. Wolff, et dans aucun des nombreux échantillons que j'ai examinés ne manquait la cavité sous la face articulaire supérieure. Sur des sections verticales frontales, l'os présente un arrangement réticulaire très régulier, parfois avec une disposition concentrique des lames au côté supérieur.

L'os scaphoïde et les os cunéiformes, vus sur des sections verticales sagittales, offrent des lames très régulières allant d'arrière en avant, et en outre deux ou plusieurs lames parallèles aux surfaces articulaires concaves. A la face inférieure du scaphoïde l'arrangement réticulaire est moins régulier, et dans le premier cunéiforme on voit, à la partie inférieure de la section, un système de lames légèrement courbes se porter d'en haut et en avant vers le bas et en arrière, ce qui est certainement en rapport avec l'insertion du muscle tibial postérieur.

L'os cuboïde, scié dans la direction verticale sagittale, montre, à la partie supérieure de la section, les lames étendues sans discontinuité de la face articulaire postérieure (pour le calcanéum) à la face articulaire antérieure (pour les deux derniers métatarsiens); les lames situées plus en dessous convergent vers le bas à partir des faces articulaires, et se rencontrent près de la tubérosité du cuboïde, au niveau de l'insertion du ligament calcanéo-

[1]) Page 621.

cuboïdien plantaire. Au centre les mailles sont grandes et irrégulières.

Le premier os métatarsien possède une structure analogue à celle qui a été observée dans les autres os longs.

Dans la base de ce métatarsien on trouve de fines lames et de petites mailles; du côté de la tête, les lames venant de la compacte supérieure se dirigent vers le bas, et réciproquement. Dans la tête les mailles sont si petites, que le cours des lames ne peut y être exactement reconnu.

Les autres os du pied ne présentent pas de particularités demandant une mention spéciale.

J'ajouterai ici quelques remarques concernant la signification qu'il faut attribuer à la disposition particulière affectée, d'après ce qui précède, par les éléments des os. Ainsi qu'il a été dit, M. Humphry, le premier qui ait décrit la structure régulière de la substance spongieuse, a pensé que les lames osseuses sont placées „*in the line of the pressure the bone has to bear*; *thus affording the most effective support.*" La dernière partie de cette assertion peut seule être admise comme généralement vraie; la première paraît moins exacte, car il y a à citer bon nombre d'exemples où les lames ne sont pas précisément placées dans la direction de la pression à laquelle l'os est exposé (col du fémur, calcanéum, etc.)

Dans le Mémoire de M. Meyer se trouve surtout signalée la connexion qui existe entre l'architecture de la substance spongieuse et les rapports statiques et dynamiques des os. C'est ainsi que l'arrangement spécial des lames osseuses aux extrémités articulaires (par ex. à l'extrémité inférieure du tibia, où le nombre des lames dirigées de haut en bas croît à mesure qu'on se rapproche du cartilage articulaire) ne peut guère avoir d'autre but que de distribuer la pression aussi également que possible sur tous les points de la surface articulaire, sans que la masse osseuse soit notablement augmentée. On apprécie aussi facilement l'importance des systèmes de lames qui se croisent dans le calcanéum et dans les parties supérieure et inférieure du fémur et du tibia. Grâce

à cette disposition, les os résistent mieux à la pression relativement élevée qu'ils ont à supporter. Le fait que les lames de la spongieuse, là où elles ne se croisent pas, sont unies entre elles par des lamelles transversales, a une signification de même nature, car la solidité de l'ensemble doit se trouver ainsi considérablement accrue.

La distribution qui s'observe dans le corps des vertèbres n'est pas non plus dépourvue d'utilité à ce point de vue. A mesure qu'on examine des parties de la colonne vertébrale situées plus bas, et où par conséquent la pression est plus grande, les lames verticales deviennent plus distinctes et plus solides, tandis qu'à la partie inférieure du sacrum elles sont de nouveau moins apparentes.

Il est digne de remarque, en outre, que toutes les lames dirigées et croisées en des sens divers (*Druck- und Zugcurven*) finissent par se trouver serrées les unes sur les autres près de la surface. La force qui agit sur l'os (et il est ici surtout question des os longs et creux) se concentre donc d'autant plus sur les couches superficielles, qu'on s'éloigne davantage du point d'application.

La substance compacte pourrait, d'après cela, être considérée comme une spongieuse contractée, ou bien, si on le préfère, la substance spongieuse peut être regardée comme une compacte relâchée et épanouie.

La différence fondamentale qu'on croyait autrefois exister entre les deux parties constitutives des os ne peut donc plus être admise, au moins à ce point de vue; elles ont, l'une et l'autre, une importance égale pour la fonction de l'os. Elles forment un seul tout, l'os, dans lequel on peut bien distinguer une portion compacte et une portion spongieuse, mais sans attribuer beaucoup de valeur à cette distinction.

Lorsque M. Meyer, dans l'automne de 1866, traita ce sujet devant la Société des sciences naturelles de Zurich et montra ses préparations, M. Culmann fixa l'attention sur la concordance de l'arrangement architectonique observé dans certains os avec les lignes théoriques de la *statique graphique*; il fit remarquer, en

effet, qu'en beaucoup d'endroits du squelette humain les trabécules de la substance spongieuse sont disposées exactement suivant les mêmes lignes que la statique graphique trace dans les corps qui ont des formes semblables à celles des os en question et qui sont soumis à des forces analogues. M. Culmann dessina une grue, à laquelle il donna les contours de l'extrémité supérieure d'un fémur humain, en supposant une charge conforme aux relations qui existent chez l'homme. Dans cette figure il fit tracer par ses élèves, sous sa surveillance, les lignes dites „de traction et de pression" (*Zug- und Drucklinien*); or il se trouva que ces lignes étaient partout identiques à celles que la nature a réalisées, à l'extrémité supérieure du fémur, dans la direction des trabécules.

M. Wolff a spécialement développé ce point de vue et lui a consacré une grande partie de son Mémoire. Ne pouvant le suivre ici pas à pas dans ces considérations, je me contente de citer sa conclusion [1]): „En un mot, nous arrivons à ce résultat significatif, qu'à l'extrémité supérieure du fémur humain la substance osseuse est exclusivement répartie suivant les directions des trajectoires de tension mathématiques, que par conséquent l'os est construit en lignes de pression et de traction."

Il me paraît toutefois que, par ses recherches seules, M. Wolff n'était pas complètement autorisé à émettre cette assertion. Si l'on examine les figures jointes à son Mémoire, savoir, celle de la grue de M. Culmann et, en regard, la figure un peu schématique de la portion supérieure du fémur, on trouve incontestablement une grande analogie, au moins dans la direction des lignes qui y sont tracées; mais, à mon avis, cela ne suffit pas. En premier lieu, une étude exacte de la forme mathématique de la tête du fémur serait encore nécessaire, et ensuite il faudra tâcher au moins de déterminer à quelle espèce de ligne courbe correspond la direction des trabécules [2]). Alors seulement on pourra décider

---

[1]) Page 413.

[2]) Des recherches, dans lesquelles mon collègue M. van Geer veut bien me prêter son concours, nous ont déjà appris que la tête du fémur n'est pas un segment de sphère, comme on l'a presque généralement admis jusqu'ici. Ces recherches toutefois ne sont pas encore terminées; j'espère pouvoir en rendre compte plus tard.

si réellement „la Nature a construit l'os comme l'ingénieur construit son pont, c'est-à-dire de façon qu'avec une dépense minimum de matériaux soit obtenue la forme la plus convenable." [1])

M. Wolff a rattaché à son travail des considérations assez étendues concernant le mode d'accroissement des os. Cette question me semble si importante, et elle est dans un rapport si étroit avec notre sujet, que je crois devoir en exposer les points essentiels.

Comme on le sait, Duhamel est le premier qui essaya de résoudre le problème par la voie expérimentale. Des résultats obtenus en nourrissant de jeunes animaux avec de la garance, il déduisit que les os croissent en épaisseur par l'apposition de couches qui prennent leur origine dans le périoste [2]); la célèbre expérience dans laquelle il entourait d'un anneau de fil d'argent les os encore jeunes, le conduisit à la conclusion que les couches osseuses se dilatent [3]). L'accroissement en longueur a lieu, suivant Duhamel, dans toutes les parties de l'os chez les animaux très jeunes, mais plus tard seulement à ses extrémités [4]). — Après lui, vers l'année 1772, Hunter [5]) exécuta des expériences qui étaient essentiellement les mêmes que celle de Duhamel, mais il arriva à des résultats différents. Son opinion, — que dans l'accroissement des os en épaisseur il y a apposition à la surface externe et résorption à la surface médullaire, et que l'accroissement en longueur se fait exclusivement par les cartilages épiphysaires, — a trouvé surtout dans Flourens [6]) un chaleureux défenseur, et a ensuite été assez généralement adoptée.

Pourtant de temps en temps des voix s'élevèrent pour affirmer que les os ont aussi un accroissement interstitiel, et ici il faut

[1]) Wolff, p. 417.

[2]) *Mémoires de l'académie royale des sciences*, 1743, p. 110.

[3]) Ibidem, p. 102.

[4]) Ibid. p. 138 et 139.

[5]) *Transactions of a Society for the improvement of medical and chirurgical knowledge*, vol. II, London, 1800, p. 277.

[6]) *Recherches sur le développement des os et des dents*, Paris, 1842. — *Théorie expérimentale de la formation des os*, 1847.

citer surtout Volkmann [1]), dont les doutes, à l'égard de l'ancienne doctrine, se fondaient principalement sur des faits pathologiques. L'autorité des expériences avec la garance fut aussi attaquée, entre autres par Gibson [2]), puis de nouveau défendue par Lieberkühn [3]).

L'adversaire le plus décidé de la doctrine de Hunter et de Flourens est incontestablement M. Wolff. Dans plusieurs écrits [4]) publiés successivement il l'a combattue chaque fois avec des armes nouvelles, et maintenant, appuyé sur ses recherches concernant l'architecture des os, il conclut que l'ancienne théorie doit être rejetée tout à fait, et que l'accroissement des os, aussi bien en épaisseur qu'en longueur, a lieu exclusivement par intussusception.

M. Wolff motive son opinion de la manière suivante. L'os n'est pas passif dans son accroissement, comme il devrait l'être d'après les idées anciennes, et en outre il est impossible qu'il le soit. A tous les âges, l'architecture intérieure des os présente une image géométrique semblable; cette similitude, sans doute, n'est pas parfaite, mais cela n'est pas non plus nécessaire; en partie, les différences sont de nature individuelle. Pour que cette similitude géométrique se conserve quand l'os grandit, il faut de toute nécessité que chaque particule séparément prenne part dans une juste proportion à l'accroissement de l'ensemble. Tous les mathématiciens, à qui M. Wolff a soumis la question,

---

[1]) *Chirurgische Erfahrungen über Knochenverbiegungen und Knochenwachsthum*, in Virchow's *Archiv*, t. 24, p. 512. — *Notiz betreffend das interstitielle Knochenwachsthum*, in *Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften*, 1870, p. 129.

[2]) Meckel's *Archiv*, t. IV, 1818, p. 482 (reproduit d'après les *Memoirs of the literary and philosoph. Society of Manchester*, 2e Sér, t. I).

[3]) *Archiv* von Reichert und Du Bois Reymond, 1864, p. 598.

[4]) *De artificiali ossium productione in animalibus*, Berlin, 1860. Dissertatio inauguralis. — *Die Osteoplastik in ihren Beziehungen zur Chirurgie und Physiologie*, in Langenbeck's *Archiv für klinische Chirurgie*, t. 4 p. 183. — *Ueber Knochenwachsthum. Vorläufige Mittheilungen*, in *Berliner klinische Wochenschrift*, 1868, p. 62, 76, 110. *Ueber die Bedeutung der Architectur der spongiösen Substanz für die Frage vom Knochenwachsthum. Vorläufige Mittheilung*, in *Centralblatt für die medicinische Wisschenschaften*, 1869, p. 849.

ont déclaré partager son avis touchant la croissance exclusivement interstitielle.

Déjà antérieurement [1]), M. Wolff avait institué des expériences destinées à montrer qu'il n'y a pas de résorption à la surface médullaire des os creux. Aujourd'hui il s'est convaincu que la vieille expérience de Duhamel, avec l'anneau métallique, confirme son opinion; il a trouvé, en effet, que les couches osseuses situées en dedans de l'anneau s'infléchissent et ne disparaissent pas, quoique plus tard, avec les progrès de l'accroissement, elles puissent être coupées, comme il l'a vu entre autres sur le crâne d'un jeune chien.

La résorption à la face médullaire est donc niée par M. Wolff d'après le résultat de ses expériences, et il est d'ailleurs impossible qu'elle ait lieu. En effet, par la résorption des couches internes de la substance compacte, les lames qui en proviennent perdraient leur appui. Elles devraient donc ou bien disparaître elles-mêmes et être remplacées par d'autres, ou bien trouver un nouvel appui dans les couches compactes situées plus en dehors; or ni l'un ni l'autre ne se peut, à cause de la liaison intime qui existe entre la substance compacte et les trabécules.

Si, dans les conditions normales, le périoste contribue à l'accroissement de l'os, cela n'a lieu en tout cas que dans une mesure extrêmement faible; c'est ce qui résulte des anciennes expériences de M. Wolff avec l'alimentation à la garance et avec des plaques métalliques glissées sous le périoste. Mais, comme les trabécules externes doivent continuer à s'appuyer sur les couches externes de la substance compacte, ce mode d'accroissement des os n'est pas non plus possible. Tout au plus une très mince couche, „statiquement superflue," peut-elle être formée par le périoste à la partie moyenne de la diaphyse.

L'ostéogenèse par le périoste dans les états pathologiques ne peut servir de preuve pour ce qui a lieu dans les conditions normales.

---

[1]) *Berliner klinische Wochenschrift*, 1868.

Relativement à l'accroissement en longueur, M. Wolff a cherché à établir expérimentalement qu'il se fait sans l'intervention du cartilage intermédiaire entre la diaphyse et l'épiphyse. Encore une fois, d'ailleurs, cette intervention doit être jugée impossible, puisque l'architecture de l'os s'en trouverait altérée, ce qui n'est pas le cas. La persistance, jusqu'à une certaine époque, de la couche cartilagineuse interposée entre la diaphyse et l'épiphyse est qualifiée par M. Wolff de „particularité du jeune âge."

Ces considérations, bien entendu, ne s'appliquent pas seulement à la partie supérieure du fémur, mais aussi à tous les autres os.

L'opinion embrassée dans cette question par M. Wolff me semble un peu exclusive. Ses expériences, surtout sur l'accroisement en longueur, jointes aux observations de M. Volkmann et d'autres, montrent suffisamment que la théorie de Hunter et de Flourens n'est plus soutenable; mais, à mon avis, elles ne donnent pas encore le droit d'admettre une croissance purement interstitielle. Quant aux raisonnements fondés sur son étude de la substance spongieuse, bien que M. Wolff y donne des preuves fréquentes de sagacité, ils entraînent encore moins ma conviction. Je suis porté à croire que, même dans les conditions normales, le périoste doit avoir pour l'accroissement des os plus d'importance que ne lui en attribue M. Wolff. Cette opinion n'a pu être que confirmée par la déclaration suivante de M. Ruge [1]: „Ses préparations, qu'il (M. Wolff) a eu la bonté de me montrer, ne prouvent nullement, à mon avis, la non-existence de l'apposition par le périoste."

M. Ruge a eu recours, pour la solution du problème de l'accroissement interstitiel des os, à l'étude microscopique. Il a trouvé ainsi que les corpuscules osseux augmentent en volume seulement pendant la vie fœtale, qu'après la naissance ils n'éprouvent généralement plus de variation mesurable, que la substance intercellulaire des os augmente d'une manière constante avec l'âge (bien entendu jusqu'à une certaine limite) et que par là la distance

---

[1]) *Ueber cellulares und intercellulares (sog. interstitielles) Knochenwachsthum*, in Virchow's *Archiv*, t. 49. p. 241.

entre les cellules devient plus grande dans toutes les directions, qu'il existe donc bien réellement un accroissement interstitiel en même temps qu'un accroissement par le périoste et par les cartilages épiphysaires.

M. Wolff fait remarquer [1]) que l'augmentation de la distance entre les corpuscules osseux ne prouve rien, au fond, contre la théorie de la juxtaposition; cette remarque est juste, mais il n'en paraît pas moins certain que le fait observé par M. Ruge parle *en faveur* de l'accroissement interstitiel, bien que cela aussi soit nié par M. Wolff.

Tout rôle dans l'accroissement des os est refusé par M. Wolff au cartilage intermédiaire entre la diaphyse et l'épiphyse. Le qualifier simplement de „particularité du jeune âge" n'est pas précisément apporter un argument bien fort à l'appui de cette opinion. Il est vrai qu'il serait difficile de fournir la preuve que l'arrêt du développement coïncide exactement avec la disparition de la couche cartilagineuse; mais il est pourtant bien établi, je crois, qu'entre ces deux phénomènes il ne peut y avoir une grande différence de temps. En outre, il ne faut pas perdre de vue que, dans les cas de développement lent et imparfait du corps, les cartilages épiphysaires persistent plus longtemps que d'ordinaire, ce qui prouve bien qu'il existe une connexion entre l'accroissement et la présence de ces couches cartilagineuses.

De ce qui précède, bien que je m'y sois borné à quelques points principaux, on peut tirer, me semble-t-il, la conclusion que l'accroissement des os a lieu aussi bien interstitiellement que par apposition partant du périoste et des cartilages épiphysaires. Des recherches ultérieures devront nous apprendre quelle est la part de chacun des trois facteurs dans cet acte important.

---

[1]) P. 442.

NOTE ADDITIONNELLE.

Depuis la première publication de ce travail [1]) il s'est écoulé près de deux années, ce qui me détermine à ajouter ici un résumé succinct des nouvelles recherches faites à ce sujet par différents observateurs. On verra par cet aperçu que la théorie de M. Wolff ne peut pas encore se flatter d'avoir conquis beaucoup de partisans.

M. Kölliker [2]) a communiqué à la *Würzburger physik.-med. Gesellschaft*, dans la séance du 2 mars de l'année passée, le résultat de ses recherches concernant la distribution et la signification des cellules à noyaux multiples, ou myéloplaxes, des os et des dents. A la fin de sa communication sont examinées les causes qui font que dans un cas il disparaît du tissu osseux, tandis que dans un autre cas il s'en forme. La théorie de M. Wolff n'est pas appuyée par les phénomènes de résorption et d'accroissement des os à leur surface externe mentionnés par M. Kölliker, et celui-ci rejette absolument l'idée de l'accroissement interstitiel.

Armé de nouvelles expériences, dont nous ne pouvons donner ici un compte détaillé, M. Lieberkühn [3]) a pris énergiquement la défense de la doctrine de Hunter et de Flourens, et a signalé les erreurs dans lesquelles, à son avis, est tombé M. Wolff. Il a montré, en outre, que les insertions des muscles se déplacent pendant l'accroissement des os. Chez un jeune chien, une pointe en argent fut enfoncée dans l'humérus, à une distance de 26 mm. de son extrémité supérieure, justement à l'extrémité inférieure du muscle deltoïde. Cinq mois et demi plus tard, la pointe se trouvait à 40 mm. au-dessous de l'extrémité de l'os et à 7 mm. au-dessous de l'insertion du muscle, lequel avait bien pris un

---

[1]) *Nederlandsch Tijdschrift voor geneeskunde*, 1871. 2e Sect. p. 113.

[2]) *Verhandlungen der physikal.-medicin. Gesellschaft in Würzburg*, nouv. sér., t. II. p. 243; et *Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften*, 1872, p. 353.

[3]) *Centralblatt*, 1872, p. 420.

accroissement notable, mais s'était pourtant éloigné, à la distance indiquée, du point d'insertion primitif.

M. E. Martini[1]) a fait, le 30 juillet de l'an dernier, dans une réunion de l'*Artztlicher Verein* de Hambourg, une communication sur l'architecture d'os et d'articulations ayant éprouvé des altérations pathologiques; comme, dans ce travail, la question de l'accroissement des os a été laissée intentionnellement à l'écart, je puis me contenter de cette simple mention, d'autant plus que j'ai à faire connaître des observations analogues, par lesquelles M. Wolff a cherché à étayer sa théorie.

Auparavant, toutefois, un mot sur les recherches de M. Maas [2]), qui a expérimenté d'abord sur des lapins et ensuite, d'après le conseil de M. Waldeyer, sur des cochons d'Inde. Il a répété les expériences ordinaires avec des anneaux et des pointes de platine, et il en aussi institué d'autres, plus ou moins modifiées, pour tâcher de résoudre le problème de l'accroissement des os. Il se déclare partisan de la théorie de l'apposition, et pense que l'architecture spéciale du tissu spongieux n'a rien de contraire à cette théorie.

Le nouveau travail de M. Wolff [3]) est une contribution à la théorie de la guérison des fractures; il y décrit très exactement la disposition des lames osseuses après des fractures, avec déformation plus ou moins prononcée, de la partie supérieure du fémur [4]).

Dans la guérison des fractures il se passe, à l'endroit de la

---

[1]) *Centralblatt*, 1872, p. 579.

[2]) *Archiv für klinische Chirurgie*, t. XIV, p. 198.

[3]) *Archiv für klin. Chir.*, t. XIV, p. 273.

[4]) Dans un numéro de la *Deutsche Zeitschrift für Chirurgie* (t. II, p. 247), dont je viens de prendre connaissance, M. König déclare qu'il ne saurait partager l'opinion de M. Wolff concernant la guérison des fractures, et que deux des pièces étudiées par ce savant lui paraissent n'avoir aucune valeur démonstrative; l'une, tout au moins, ne parlerait pas en faveur de la théorie, tandis que l'autre prouverait clairement le contraire de ce que M. Wolff cherche à établir.

solution de continuité, deux actes bien distincts. Le premier, de nature inflammatoire, est la formation du cal; la substance osseuse poreuse à laquelle il donne naissance n'a qu'un caractère transitoire. Le second acte consiste dans la production de vraie substance osseuse persistante, spongieuse ou compacte, dans la direction du maximum de pression ou de tension, avec résorption simultanée de toute la masse osseuse devenue statiquement superflue. Cette production et cette résorption s'étendent aussi aux deux côtés de la fracture; elles s'accomplissent pareillement dans une foule d'affections, où la „statique" normale des os subit des perturbations.

M. Wolff voit dans ces recherches la confirmation de sa théorie, et il se prépare à réfuter en détail les opinions de M. Lieberkühn et de M. Kölliker, „qui, même aujourd'hui, se sont encore placés au point de vue étroit et suranné de la théorie de l'apposition."

M. G. Wegner [1]), dans un Mémoire traitant de l'influence du phosphore sur l'organisme, se range du côté de la théorie de l'apposition. Il ajoute toutefois que les observations récentes de Hueter, Volkmann, Wolff et Ruge rendent probable que l'expansion interstitielle du tissu osseux a aussi une certaine part dans l'accroissement général des os; — mais la théorie de M. Wolff lui paraît aller trop loin. M. Wegner se montre, à mon avis, un peu trop sceptique à l'égard des résultats positifs, ci-dessus mentionnés, des recherches de M. Ruge.

Le dernier travail, ayant rapport à notre sujet, qui me soit venu sous les yeux, est celui de M. H. Wolfermann, de Berne [2]). L'auteur a étudié, dans le squelette humain, les os des extrémités supérieures et inférieures, les ceintures scapulaire et pelvienne, les côtes et les vertèbres, et il a étendu ses recherches aux os du cheval, du bœuf, de l'ours, du lama, du chien et de quelques autres animaux (*Chelonia midas*, *Arctomys marmota*, *Phoca groenlandica*. etc.)

---

[1]) Virchow's *Archiv*, t. 55, p. 25

[2]) *Archiv von* Reichert *u.* Du Bois-Reymond, 1872, p. 312.

Chez l'homme, ses observations ont fourni en général les mêmes résultats que les miennes, qui lui étaient restées inconnues. Chez les animaux qu'il a examinés, la substance spongieuse présentait aussi des dispositions semblables.

Ses recherches ne l'autorisent pas à nier l'apposition et la résorption. Peu enclin à adopter la théorie de M. Wolff, il pense que ce sera l'affaire des histologistes de tirer cette question au clair. Il ne paraît pas que M. Wolfermann ait eu connaissance du travail de Ruge, car dans ce cas il en aurait certainement fait mention[1]).

Explication des planches.

Pl. IIIª.

Fig. 1. Section frontale de la partie supérieure d'un fémur droit.
„ 2. Section sagittale du calcanéum gauche d'un homme de 72 ans.

Pl. IIIᵇ.

„ 1. Section sagittale de la partie supérieure d'un tibia droit.
„ 2. Tranche de 1 cm. d'épaisseur, prise dans la partie inférieure d'un fémur droit.
„ 3. Section frontale d'une deuxième vertèbre lombaire. (Par méprise la figure est placée dans une position renversée.)
„ 4. Section sagittale de la partie inférieure d'un tibia gauche.

Les figures sont des photographies de grandeur naturelle, exécutées par M. Hoffmeister et reproduites par M Bruining de Leyde.

[1]) Un de ses jours j'ai encore pris connaissance d'un travail de M. L. Stieda (*die Bildung der Knochengewebes*, Leipzig 1872), qui, se fondant sur des recherches microscopiques, déclare ne pouvoir accepter l'opinion de M. Wolff.

SUR LA DÉCOMPOSITION

DU

CHLORURE DE CALCIUM PAR L'EAU,

PAR

H. C. DIBBITS.

On sait que lorsqu'une dissolution aqueuse de chlorure de calcium est évaporée jusqu'à siccité, le sel obtenu présente une forte réaction alcaline, due à la présence de l'oxyde de calcium. Une dissolution étendue de chlorure de calcium peut au contraire être maintenue en ébullition et évaporée jusqu'à un certain point, sans manifester de réaction alcaline. La décomposition mutuelle du chlorure de calcium et de l'eau, qui peut seule expliquer la réaction alcaline obtenue dans le premier cas, n'a donc pas lieu aussi longtemps que la liqueur, à raison de son état de dilution, bout à une température qui ne dépasse pas encore beaucoup 100°; mais elle se produit quand, par les progrès de la concentration, le point d'ébullition s'est élevé d'une quantité notable.

M. D. a cherché à déterminer la température à laquelle cette décomposition commence, ou, en d'autres termes, la mesure dans laquelle une solution de chlorure de calcium peut être évaporée sans subir d'altération. Des cristaux de $CaCl^2+6H^2O$, parfaitement neutres et exempts de fer, furent chauffés dans un matras de verre pesé, de manière à faire bouillir le liquide provenant de leur fusion. Chaque fois que le point d'ébullition s'était élevé de 1° ou 2°, on notait la température et on pesait le matras; la perte de poids, représentant l'eau échappée, donnait la composition du liquide restant. A l'aide de l'interpolation on déduisit, des nombres trouvés, les points d'ébullition correspondant à des rapports déterminés en équivalents entre le chlorure de calcium et l'eau. Les résultats ainsi obtenus concordent assez bien avec

ceux qu'a fait connaître M. Legrand (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 1e sér., LIX, p. 437). En général, les températures déterminées par M. D. sont de $1\frac{1}{2}$ à 2° plus élevées que celles de M. Legrand; à 170° seulement, et au-delà, la différence monte à environ 3°; au point de saturation elle est de $2\frac{1}{2}$° (182° au lieu de 179°,5). Selon toute probabilité, ces faibles écarts tiennent à la différence des indications des thermomètres employés par les deux observateurs. Par contre, les résultats obtenus par eux pour la composition de la solution, au moment où elle est saturée à la température de l'ébullition, sont exactement les mêmes; ils trouvent l'un et l'autre $CaCl^2+1,90H^2O$, ou 325 parties de de $CaCl^2$ pour 100 parties d'eau.

Pour déterminer la température de décomposition, l'auteur essayait fréquemment, au moyen d'une bandelette de papier bleu de tournesol, si les gouttes d'eau, qui pendant l'opération décrite se condensaient dans le col du matras, avaient une réaction acide. Les premières traces d'acide chlorhydrique dégagé doivent naturellement se trouver dans l'eau qui se condense partiellement. Dans une première expérience la réaction acide fut observée de cette manière à partir de 153°, dans une autre à partir de 148°. Il est clair que la température la plus basse est ici la plus probable.

Le chlorure de calcium, dans une dissolution bouillante, commence donc à être décomposé vers 148°, ou vraisemblablement à une température encore un peu plus basse, attendu qu'au moment où l'on observe la réaction acide il s'est déjà écoulé un certain temps depuis le *commencement* de la décomposition. D'après les expériences mentionnées plus haut, le sel est à 147°: $CaCl^2+4H^2O$. La dissolution bouillante commence donc à se décomposer quand la composition est devenue environ $CaCl^2+4H^2O$.

En distillant dans une cornue, il fallut pousser le point d'ébullition jusqu'à 160° avant d'observer une réaction acide dans le liquide recueilli. Cela tient évidemment à ce que les premières portions d'acide chlorhydrique se dissolvent dans les gouttes d'eau qui se condensent à la partie supérieure de la cornue et de là retombent dans le liquide bouillant.

ARCHIVES NÉERLANDAISES

DES

Sciences exactes et naturelles.

NOTES SUR LES

RALES DES PAYS-BAS.

PAR

J. P. VAN WICKEVOORT CROMMELIN.

Le genre *Rallus*, établi par Linné, ne comptait qu'un nombre très-restreint d'espèces lors de la publication de la 10e édition du *Systema Naturae*. Cette édition, à mon avis, doit être adoptée comme base de la Nomenclature spécifique, et comme point de départ pour les questions concernant le droit de priorité; elle mérite la préférence sur la 12e, puisque le naturaliste suédois y fit, en 1758, pour la première fois l'application du système binominal dont il est l'auteur. J'ai remarqué avec satisfaction que mon opinion s'accorde avec celle émise récemment par M. Olphe Galliard (*Rem. sur les Règles de la Nom. zool.*, p. 5). Le nombre des espèces du genre *Rallus* fut considérablement augmenté dans la dernière édition publiée par Linné, ainsi que dans celle rédigée par Gmelin; cependant Latham en sépara bientôt quelques-unes pour les ranger dans son genre *Gallinula*, formé déjà par Brisson aux dépens du genre *Fulica* de Linné. Ces Râles, retranchés de leurs congénères et réunis à tort aux Poules d'eau, en furent éloignés avec raison, — après que Bechstein eut basé sur l'un d'eux son genre *Crex*, — en 1816 par Vieillot, qui proposa pour ce groupe le nom de *Porzana*, tandis que Leach le divisa

simultanément en deux coupes génériques, en donnant aux plus grandes espèces la dénomination d'*Ortygometra*, proposée déjà antérieurement par Linné, et aux plus petites celle de *Zapornia*. Ces dernières subdivisions sont généralement adoptées aujourd'hui; toutefois l'opinion des ornithologistes varie au sujet de quelques espèces, séparées actuellement de l'*Ortygometra* type et placées par les uns dans un troisième groupe sous le nom de *Porzana*, tandis que d'autres les réunissent sous ce même nom avec les *Zapornia* de Leach, auxquelles Kaup (*Nat. Syst.*, p. 173) donna le nom de *Phalaridion*, tandis que Pucheran (*Rev. Zool.*, 1845, p. 277) leur assigna celui de *Rallites*. Enfin la découverte d'une multitude de Râles exotiques a donné lieu à la formation de plusieurs autres subdivisions génériques.

Déjà en 1819 Vieillot (*Nouv. Dict. d'Hist. nat.* n. éd., t. XXVIII, p. 547) supprima son genre *Porzana* et en replaça les espèces dans le genre *Rallus*. Sa manière de voir fut embrassée par Cuvier (*R. A.*, 2e éd., I, p. 538) et Lesson (*Traité d'Orn.*, p. 535), ainsi que par Degland (*Orn. Eur.*, II, p. 262) et aussi par le Professeur J. van der Hoeven (*Handb. der Dierk.*, II, p. 632). Les caractères qui ont servi de base aux diverses subdivisions mentionnées plus haut, et qui ont été pris de la forme plus ou moins allongée et comprimée du bec, de la longueur relative des ailes, des tarses et des doigts, de la division plus ou moins complète des doigts antérieurs, ainsi que de l'enveloppe cornée des tarses, forment, à mon avis, des distinctions trop peu marquées et varient trop d'une espèce à l'autre pour qu'ils puissent constituer des genres distincts; de plus, les oiseaux en question se ressemblent tellement par le mode de coloration, et leur manière de vivre présente tant de rapports, que je me crois autorisé à leur conserver le même nom générique, tout en adoptant néanmoins des subdivisions plus ou moins tranchées. Le genre *Rallus* donc, ainsi que je l'envisage, à l'exemple des naturalistes que j'ai cités en dernier lieu, comprend cinq espèces vraiment européennes, qui toutes ont été observées dans les Pays-Bas et qui sont les représentants de quatre subdivisions. D'ailleurs une seule

espèce américaine a été rencontrée accidentellement en Angleterre, savoir en Octobre 1864: c'est le *Rallus carolinus* de Linné (Newton, *P. Z. S.*, 1865, p. 196); tandis que le *Rallus virginianus* du même auteur a été recueilli en pleine mer, à la distance de 500 milles anglais de la côte d'Irlande (Harting, *Handb. of Br. B.*, p. 152). Ces deux oiseaux ont été répartis dans les deux sous-genres *Mustelirallus* et *Pardirallus* de Bonaparte.

Rallus aquaticus L.

Le Râle d'eau (*Rallus aquaticus* L.) se distingue de ses congénères d'Europe surtout par la forme allongée du bec; il est d'ailleurs trop bien connu, de même que les espèces suivantes, pour qu'il soit besoin d'en donner une description détaillée. Il habite pendant la saison des couvées toute l'Europe, si l'on en excepte les régions les plus froides. En Russie, où Pallas le dit fréquent, il est commun à une latitude aussi élevée que celle de St. Pétersbourg (Fischer, *J. f. O.*, XX, p. 389); il a été pris en Finlande près de Helsingfors (Nordmann, *Bull. Soc. Nat. Moscou*, 1860, t. XXXIII[a], p. 35); en Suède il niche dans les marais de plaines et de montagnes du midi et du centre, sans cependant dépasser la région des bois (Westerlund, Pet. *Geogr. Mitth.*, 1870, p. 379), et on l'y trouve même quelquefois en hiver dans la province de Schonen (Wallengren, *Naum.*, IV, p. 259). Il s'avance aussi jusqu'en Islande, où il est rare toutefois; on y a trouvé ses œufs (Faber, *Orn. Not. Danm.* p. 39, et A. Newton, B. Gould *Iceland*, p. 410), et il paraît même qu'il y passe parfois l'hiver dans le voisinage des sources chaudes (Faber, *Prodr. Isl. Orn.*, p. 31); il a été observé aussi bien en été qu'en hiver aux îles Feröe (Holm, *Arch. Nat.*, XIV. 1, p. 216), et il y passe surtout en automne (Droste, Muller *J. f. O.*, XVII, p. 345); on l'a rencontré en hiver aussi aux îles Shetland (Saxby, *Zool.*, p. 9095), ainsi qu'à Lewis et Harris, deux des Hébrides (Macgill., *Brit. Birds.*, IV, p. 523), où il niche également (Gray, *Birds. W. Scotl.*,

p. 334). L'espèce se trouve toute l'année aux Orcades (Baikie and Heddle, *Hist. Nat. Orc., Zool.*, I, p. 69), en Irlande (Thompson, *Nat. Hist. Irel.*, II, p. 322) et en Angleterre (Mont., *Orn. Dict.*, II, Latham, *Gen. Hist.*, IX, p. 368, et autres auteurs anglais).

Dans les Pays-Bas, le Râle d'eau n'est pas très-abondant, comme d'ailleurs il ne l'est guère nulle part; on n'y a trouvé ses couvées qu'en très-peu d'endroits, surtout au lac de Kralingen, près de Rotterdam, ainsi qu'en Groningue. Il s'y voit, de même que dans plusieurs autres pays, en plus grand nombre à son passage d'automne; c'est alors que les chasseurs le rencontrent, en Octobre et en Novembre, dans des lieux où il ne se tient point en été, comme dans les endroits humides et boisés le long et à l'intérieur des dunes maritimes de la Hollande, où quelques individus passent souvent l'hiver, surtout quand il est doux. J'en vis fréquemment en Décembre et en Janvier, et j'en reçus un récemment, tué le 15 Février dernier sur l'étang de Bloemendaal, au pied des dunes, non loin de Harlem. On en trouve parfois l'hiver en Danemark (Faber, *Orn. Not. Danm.*, p. 39); il est évident qu'il en hiverne plus ou moins régulièrement dans les contrées du centre de l'Europe, telles que plusieurs parties de l'Allemagne et de l'Autriche (Meyer et Wolf, *Tasch. Deutsch. Vog.* II, p. 407, et plusieurs autres auteurs allemands), la Suisse (Schinz, *Verz. Schw. Wirb.*, p. 113), la France (Vieillot, *Nouv. Dict.*, t. XXVIII, p. 552, et autres auteurs français), y compris la Savoie (Bailly, *Orn. Sav.*, IV, p. 241). L'espèce est surtout commune en hiver dans les pays méridionaux, comme la Macédoine (Drummond, *Ann. Mag. Nat. Hist.* t. XVIII, p. 14), les Cyclades (Erhard, *Naum.*, VIII, p. 9), les îles Ioniennes, surtout celle de Corfou (Drummond, *Ann. Mag. Nat. Hist.*, t. XII, p. 421). Elle est sédentaire dans la Grèce proprement dite (Lindermayer, *Vög. Griech.*, p. 129), ainsi qu'en Epire (Powys, *Ibis*, 1860, p. 349); elle se trouve toute l'année en Italie (*Fauna d'It.* Salvadori, *Ucc.* p. 229), en Sardaigne (Cara, *Orn. Sarda*, p. 156), en Sicile (Malherbe, *F. Orn. Sic.*, p. 193); elle se montre à Malte à son double passage ainsi qu'en hiver (Schembri,

Cat. Orn. Malta, p. 110 [1]); Wright, *Ibis*, 1864, p. 149); elle paraît aussi passer l'hiver dans le Midi de l'Espagne, car elle est commune en cette saison en Andalousie (Watkins, *Zool.*, p. 5607) et elle est sédentaire au lac d'Albufera, province de Valence (Vidal, *J. f. O.*, III, p. 313). En Afrique, le Râle d'eau a été observé dans les environs de Tanger (Carstensen, *Naum.*, II. 1, p. 79); il est sédentaire en Algérie (Loche, *Expl. sc. de l'Alg.*, *Ois.*, p. 337), et niche communément dans la partie orientale de l'Atlas, dans les marais de Zana et de Djendeli (Salvin, *Ibis*, 1859, p. 360); M. Tristram l'a rencontré en Novembre dans le Sahara sur un étang à El-Aghouat (*Ibis*, 1860, p. 80), et M. Drummond en a vu un individu près de Tunis (*Ann. Mag. Nat. Hist.*, XVI, p. 108); M. Brehm l'a observé le 18 Novembre près d'Alexandrie (*J. f. O.*, II, p. 82); il est d'ailleurs commun en hiver dans le Delta, surtout près du lac Fayoom (Shelly, *Ibis*, 1871, p. 315), mais il ne paraît pas s'avancer jusqu'en Nubie (Shelly, *Birds of Eg.*, p. 273). L'espèce est répandue et sédentaire par toute la Palestine, depuis la Mer-Morte vers le Nord (Tristram, *P. Z. S.*, 1864, p. 452); elle a été observée en hiver près de Georgievsk, dans la province Caucasique. (*Bull. Soc. Nat. Moscou*, XII, p. 274); Pallas l'a rencontrée fréquemment dans la Sibérie occidentale (*Zoogr.*, II, p. 153), et Radde a recueilli à l'embouchure de l'Ussuri un individu qui ressemblait en tous points à ceux d'Europe (*Reise S. O. Sib.*, II, p. 311); il paraît cependant qu'il s'en reproduit une variété dans les environs des eaux minérales de Darazum, en Daourie (Dybowski et Parrex, *J. f. O.*, XVI, p. 338).

Le Muséum des Pays-Bas a reçu un bon nombre d'individus du Japon (Temm. et Schleg., *F. Jap. Intr.*, p. 25, et *Av.*, p. 122); l'espèce est d'ailleurs sédentaire dans les marais de Hakodadi,

[1]) Sur l'autorité de M. Gerbe (Degland, *Orn. Eur.*, 2e éd., II, p. 387) j'ai classé (*Arch. Néerl.* etc., II, p. 85) parmi les synonymes du *Proc. leucorhoa* V. le *Thal. melitensis* de Schembri (*Cat. Orn. Malta*, p. 118). Ayant depuis eu l'occasion d'étudier moi-même l'ouvrage de cet auteur, j'ai reçu la conviction que son espèce n'est point identique à celle de Vieillot, mais se rapporte au *Proc. pelagica* L.

dans le Nord de cet empire (Whitely, *Ibis*, 1867, p. 206); elle ne me paraît toutefois pas y différer, ni être identique avec les Râles que M. Swinhoe a reçus de Tientsin et qui habitent probablement dans tout le Nord et le centre de la Chine (*P. Z. S.*, 1863, p. 322), ainsi qu'avec ceux du continent de l'Inde, que M. Blyth a séparés de l'espèce type sous le nom de *R. indicus*, parce qu'ils diffèrent de ceux d'Europe par la taille un peu plus forte, par l'épaisseur du bec et des pieds, ainsi que par le trait plus foncé sous l'œil. Ces Râles seraient assez rares dans le centre et le midi de l'Inde, et s'y montreraient principalement dans la saison froide; M. Jerdon ne les a observés lui-même que dans le Nord de cette contrée, et M. Adams les a rencontrés dans le Punjab; (*B. of India*, II, p. 727) en outre, on en a tué près de Colombo à Ceylan (Layard, *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 1854, XIV, p. 267); cependant M. Blyth a lieu de croire que ces Râles, propres à l'Asie orientale, ne s'avancent pas plus loin vers l'Ouest que la vallée du Bas-Gange, tandis que le type européen se montrerait même jusque dans les autres parties de l'Inde (*Ibis*, 1873, p. 80). Enfin le *Rallus aquaticus* a été signalé par Gurney comme ayant été recueilli dans le Sud de l'Afrique, savoir en Natal et dans le pays de Damara (*Ibis*, 1859, p. 249, et *P. Z. S.*, 1864, p. 3); cependant le même auteur a démontré plus tard (*Ibis*, 1868, p. 471), que ces individus ne doivent pas être rapportés à l'espèce d'Europe, mais au *R. coerulescens* du midi de l'Afrique.

Rallus crex L.

Le Râle de genêt (*Rallus crex* L.), le type du sous-genre *Ortygometra* ou *Crex*, en est pour quelques ornithologistes l'espèce unique, tandis que d'autres lui associent quelques espèces exotiques, ou même aussi les trois suivantes et celles qui leur sont voisines. Il se reconnaît à son bec court et très-comprimé, mais surtout à ses doigts antérieurs moins allongés que chez ses congénères, dont il se distingue encore par ses habitudes plus terrestres. Il est dans les Pays-Bas, comme en général dans les parties tem-

pérées de l'Europe, pendant le temps de la reproduction plus abondant que le Râle d'eau; il y habite les champs de trèfle et de blé, mais surtout les prés destinés à la fenaison, et s'y montre à l'époque de sa migration, en Septembre et en Octobre, dans les petits vallons boisés des dunes maritimes. En Asie il est commun dans l'Afghanistan (Hartlaub, *J. f. O.*, III, p. 319); il a encore été rencontré dans le Nord de l'Inde (Jerdon, *Birds of India*, II, p. 727); cependant il ne paraît pas s'étendre très-loin vers l'Orient, car quoiqu'il ait été cité comme ayant été trouvé en Chine, M. Swinhoe ne l'y a jamais observé (*P. Z. S.*, 1863, p. 321). Pallas l'a remarqué dans les parties tempérées de la Sibérie occidentale, jusqu'à la Léna, ainsi qu'en Russie (*Zoogr.*, II, p. 153), où il s'avance plus vers le Nord que le précédent, car non-seulement il est commun comme lui dans le gouvernement de St Pétersbourg (Fischer, *Zool. Garten*, XI, p. 351), mais il habite aussi en été celui de Vologda (Mejakoff, *Bull. Soc. Nat. Moscow*, t. XXIX[b], p. 634) et on l'a même observé dans cette saison à Wuitegra, au lac Onéga, dans le gouvernement d'Olonez (Alton et Brown, *Ibis*, 1873, p. 67); il a également été rencontré en Finlande jusqu'à la province de Nord-Karelen (Nordmann, *Bull. Soc. Nat. Mos.*, t. XXXIII[a], p. 35). Il niche dans l'île de Gothland (Wallengren, *Naum.*, III, p. 87), et se reproduit dans toute la Scandinavie, où sa limite septentrionale se trouve en général entre le 67[e] et le 68[e] degré L. N. (Wall., *Naum.*, IV, p. 259); on l'a aussi trouvé sur la côte de Norvège, à la même latitude, le 16 Juin (F. et P. Godman, *Ibis*, 1861, p. 90), et même en 1868 à Tromsöe presqu'au 70[e] degré L. N.; un individu arriéré fut tué à Drontheim le 12 Novembre 1866 (Holmgren, *Skand. Fogl.*, p. 894, et Collet, *Orn. Bem. Norg. Fauna*, p. 49). L'espèce n'a pas encore été observée en Islande; toutefois une femelle adulte fut tuée par M. Holböll à Godthaab dans le Sud du Groenland (Reinhardt, *J. f. O.*, II, p. 425, et *Ibis*, 1861, p. 11); plusieurs individus s'égarent parfois sur la côte atlantique des Etats-Unis. (Baird, *Birds N. Am.*, p. 751) et un jeune fut tué par M. Wedderburn le 25 Octobre 1847 aux Bermudes (*Contr. Orn.*, 1849, p. 86).

L'espèce a été observée l'été aux îles Féroë, où selon Svabo on en a trouvé une couvée à Sandö (Holm, *Arch. f. Nat.*, XIV 1, p. 215), et M. Muller en possède des œufs provenant de la même localité; il l'y a vue d'ailleurs au printemps et en automne, même le 5 Octobre (Feilden, *Zool. s. s.*, p. 3252); elle se reproduit également aux îles Shetland (Jardine, *Birds Gr. Br.*, III, p. 331), ainsi qu'aux Orcades (Low, *F. Orc.*, p. 94), où elle paraît se montrer parfois même en hiver (Baikie et Heddle, *H. N. Orc. Z.* I, p. 68). Elle niche surtout en grande quantité dans toutes les Hébrides, même les plus extérieures, y compris St. Kilda (Gray, *Birds W. Scotl.*, p. 331); en Irlande elle est si abondante pendant la saison des nichées, qu'on peut évaluer son nombre à 500 contre un seul Râle d'eau; on l'y a rencontrée aussi à plusieurs occasions en hiver (Thompson, *Nat. Hist. Irel.*, II, p. 315 et 325), ce que d'ailleurs Latham croyait déjà pouvoir supposer (*Gen. Syn.*, III. 1, p. 250); elle paraît également hiverner parfois dans quelques comtés de l'Angleterre (*Zool.*, p. 1299, 2535, 6606, et Yarr., *Brit. Birds*, 3e éd., III, p. 111), où elle se reproduit de même, mais en plus petit nombre dans le midi que dans le nord (More, *Ibis*, 1865, p. 439); on l'a aussi trouvée le 31 Décembre à l'île de Wight (*Zool. s. s.*, p. 739). Il paraît que quelques individus passent l'hiver, quoique très-rarement, dans le centre de l'Europe, savoir dans le grand-duché de Bade (Kettner, *Beitr. Rhein. Nat.*, 1849, I, p. 88); l'espèce est de passage et sédentaire dans le midi de la France (Jaubert, *Rich. Orn. etc.*, p. 490); elle ne se montre guère d'ailleurs dans les contrées méridionales que lors de ses migrations; ainsi M. Saunders assure qu'elle ne se reproduit pas dans le Sud de l'Espagne (*Ibis*, 1871, p. 224), quoique M. Vidal la dit commune dans l'Alméria en été (*J. f. O.*, III, p. 313); elle niche cependant en Piémont, en Lombardie et en Vénétie, et n'est que de passage dans le reste de l'Italie (Salvadori, *F. d'It. Ucc.*, p. 230), mais elle est plus abondante en Sicile au printemps qu'en automne (Benoit, *Orn. Sic.*, p. 168); M. Cara la dit sédentaire en Sardaigne (*Orn. Sarda.*, p. 158), néanmoins M. Salvadori assure ne l'y avoir jamais ren-

contrée en hiver (*Cat. Ucc. Sard.*, p. 77). Elle se trouve toutefois pendant l'année entière en Palestine (Tristram, *P. Z. S.*, 1864, p. 452), et elle a été observée par Rüppell en Arabie et en Egypte (*Syst. Ueb. Vög. N. O. Afr.*, p. 128), où on la trouve isolément dans les champs de trêfle (Shelly, *Birds. Eg.*, p. 274); un individu fut pris en mer le 17 Novembre près d'Alexandrie (Hartmann, *J. f. O.*, XI, p. 230). Selon Brehm, l'espèce hiverne en Nubie (*J. f. O.*, III, p. 373), et s'avance jusqu'au 15° L. N. (*J. f. O.*, I, p. 75); il l'a rencontrée au Soudan le 15 Septembre (*J. f. O.*, IV, p. 480) et M. von Heuglin en a trouvé bon nombre à la mi-Septembre à Chartum, où beaucoup d'individus perchaient sur un tamarinier; ils disparurent au commencement d'Octobre (*J. f. O.*, X, p. 402). Elle est sédentaire et de passage en Algérie, où quelques rares individus nichent dans les plaines humides (Loche, *Expl. Sc. de l'Alg.*, Ois., p. 343); on l'a observée à Tanger (Carstensen, *Naum.*, II. 1, p. 79), ainsi qu'aux Açores (Godman, *Ibis*, 1866, p. 102), et à Madère, où elle n'est que de passage accidentel (Harcourt, *Ann. Mag. Nat. Hist.*, II. t. XII, p. 63). Elle serait commune au Natal, dans les terres, mais seulement en été; elle est plus rare aux côtes (Gurney, *Ibis*, 1863, p. 331); un individu fut tué en 1864 au Cap, près du Wijnberg (Layard, *Birds S. Afr.*, p. 338), et selon M. Atherstone l'espèce aurait été très-abondante en 1869 sur la côte de Graham's Town (Layard, *Ibis*, 1869, p. 377).

Rallus porzana L.

La Marouette (*Rallus porzana* L.) est beaucoup moins abondante que le précédent et s'en distingue surtout, ainsi que les espèces suivantes, par la taille moins forte, le bec moins élevé et les doigts plus longs. Elle habite en Europe, pendant la saison de la reproduction, en général les mêmes contrées que le Râle d'eau; cependant en Russie on l'a observée plus vers le Nord, comme dans le gouvernement de Vologda (Mejakoff, *Bull. Soc. Nat. Moscou*, t. XXIX^{b}, p. 634) et dans les marais près de Wuitegra et à Waldushki (Alston and Brown, *Ibis*, 1873, p. 67), de même que

dans la majeure partie de la Finlande (Nordmann, *Bull. Soc. Nat. Moscou*, t. XXXIII[a], p. 35); elle niche rarement dans l'île de Gothland (Wallengren, *Naum.*, III, p. 87); en Scandinavie elle a la même limite septentrionale que le *R. aquaticus* (Westerlund, Pet. *Geogr. Mitth.*, 1870, p. 379). Quoique l'espèce n'ait pas été rencontrée en Islande, ni même aux îles Féröe ou aux Shetland, elle s'égare cependant parfois jusqu'au Groenland, où deux individus ont été capturés, l'un à Godthaab le 28 Septembre 1841, (Holböll, *Orn. Beitr. Groenl.*, p. 6), et l'autre à Nenortalik en 1856 (Reinhardt, *Ibis*, 1861, p. 12). Elle est rare aux Orcades, à l'île Sanday (Baikie and Heddle, *H. N. Orc. Z.*, I, p. 69); elle se reproduit dans la Grande-Bretagne, mais plus rarement en Ecosse que dans le Midi (More, *Ibis*, 1865, p. 439); en Irlande, où elle a été souvent tuée à l'époque de ses migrations, il est probable qu'elle niche également, quoiqu'on n'en ait pas encore de preuves certaines (Thompson, *Nat Hist. Irel.*, II, p. 320). M. Blyth en a trouvé un individu au marché de Londres en Janvier 1834 (Yarr., *Hist. Br. B.*, III, p. 11); l'espèce ne paraît d'ailleurs pas hiverner dans le centre de l'Europe, quoique dans plusieurs contrées elle arrive de bonne heure au printemps et ne reparte que tard en automne: ainsi dans les Pays-Bas, par exemple, on l'a observée tant en Février qu'en Novembre; elle ne se reproduit dans notre patrie qu'en petite quantité, du moins ses couvées n'y ont été trouvées jusqu'ici qu'en peu de localités, comme en Groningue, en Frise, en Gueldre près de Zutphen, au lac de Kralingen près de Rotterdam et à Valkenswaard en Brabant. La Marouette serait commune l'hiver en Andalousie (Watkins, *Zool.*, p. 5607), comme d'ailleurs dans tout le midi de l'Espagne, où M. Saunders n'a pas pu acquérir de preuves de sa nidification (*Ibis*, 1871, p. 224), quoique selon Vidal elle serait sédentaire au lac d'Albuféra dans la province de Valence (*J. f. O.*, III, p. 313); elle se voit aussi en hiver aux Baléares (A. von Homeijer, *J. f. O*, X, p. 429); elle est surtout de passage en Sardaigne (Cara, *Orn. Sarda*, p. 158), où elle niche probablement (Salv., *Cat. Ucc. Sard.*, p. 77), de même qu'en Sicile près de Catane

(Benoit, *Orn. Sic.*, p. 168) et de Syracuse (Malh., *F. Orn. Sic.*, p. 194), ainsi que dans le nord et le centre de l'Italie (*F. d'It.*, Salv. *Ucc.*, p. 230). Selon Naumann, plusieurs individus hiverneraient tant en Dalmatie et dans le sud de la Hongrie qu'en Crimée et en Turquie (*Nat. Vög. Deutschl.*, IX, p. 531); l'espèce se trouve d'ailleurs toute l'année en Epire (Powys, *Ibis*, 1860, p. 349); elle est aussi sédentaire en Grèce (von der Mühle, *Beitr. Orn. Griech.*, p. 91), ainsi qu'à Corfou (Drummond, *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 1843, XII, p. 421); elle niche communément en Crète (Drum., *Ann. Mag. Nat. Hist.*, XII, p. 427), et M. Strickland l'a vue en hiver à Smyrne (Yarr., *Hist. Br. B.*, III, p. 13). En Asie elle a également été observée dans la Sibérie australe (Pallas, *Zoogr.*, II, p. 155); elle est commune en Oude dans la saison froide (Irby, *Ibis*, 1861, p. 246), comme dans tout le reste de l'Indoustan (Jerdon, *B. of Ind.*, II, p. 723); un individu en fut pris le 24 Septembre au lac Karatag sur le Karakoram à la hauteur de 16,000 pieds (Hume, *Lahore to Yarkand*, p. 293). On l'a rencontrée à Damiette, et elle est assez commune dans le Delta (Shelly, *Ibis*, 1871, p. 315), où elle serait probablement sédentaire (Shelly, *B. Eg.*, p. 274); elle se voit d'ailleurs l'hiver dans toute l'Egypte et en Abyssinie (Rupp., *Syst. Ueb. Vög. N. O. Afr.*, p. 128). M. von Heuglin l'a rencontrée le 27 Septembre au bord de la mer Rouge (*J. f. O.*, XIII, p. 43), et M. Brehm en Novembre et en Janvier au Nil Bleu près de Chartum (*J. f. O.*, V, p. 78 et VI, p. 410), où elle se voit déjà dès le commencement de Septembre. M. von Heuglin l'a en outre observée au Bahr-el-Abiad (*J. f. O.*, X, p. 402, et XI, p. 28). M. Drummond l'a vue dans les marais à Biserta (*Ann. Mag. Nat. Hist.*, XVI, p. 108) et M. Gurney fils à Laghouat sur les frontières du Sahara (*Ibis*, 1871, p. 299). L'espèce est sédentaire en Algérie (Loche, *Expl. Sc. de l'Alg.*, Ois. p. 339); on l'a rencontrée à Tanger (Carstensen, *Naum.*, II. 1, p. 79), où M. Drake en a tué le 23 Mars deux individus, qui étaient plus tachetés de blanc que ceux d'Europe (*Ibis*, 1867, p. 428); elle paraît également s'égarer parfois jusqu'aux îles Canaries, où un individu fut pris en Mars 1829 (Berthelot, *Orn. Can.*, p. 40).

Rallus pusillus P.

La plus petite espèce a été longtemps confondue avec la suivante; Naumann fut le premier à l'en distinguer (Temm., *Man. d'Orn.*, II, p. 693), et peu après elle fut remarquée dans le Nord de la France et décrite par Vieillot, qui en fit son *Rallus Baillonii* (*Nouv. Dict.*, t. XXVIII, p. 548), dénomination sous laquelle la plupart des ornithologistes continuèrent de la désigner, et que Temminck adopta également en abandonnant celle de *stellaris*, donnée par lui-même. Toutefois, plusieurs des naturalistes les plus distingués s'accordent aujourd'hui à indiquer l'espèce sous le nom de *pygmaea*, proposé d'abord par Naumann, quoique celui assigné par Vieillot ait été publié le premier, préférant ainsi l'équité à la stricte loi prescrite par le droit de priorité. [1]) Cependant Pallas découvrit déjà dans le siècle dernier, en Daourie, un oiseau dont il donna la description sous le nom de *Rallus pusillus* (*Reise*, III *Anh.*, p. 700, No. 30), que Gmelin adopta avec raison (*S. N.*, 13e éd., I, p. 719, No. 30), mais auquel la plupart des auteurs modernes ont substitué celui de *minutus*, que Pallas a employé à tort dans son dernier ouvrage (*Zoogr.*, II, p. 155), où il cite par erreur cette dernière dénomination comme l'ayant appliquée déjà dans son *Voyage*. L'oiseau cité par ce naturaliste fut depuis considéré par Bechstein et tous les autres ornithologistes comme le type de l'espèce suivante; toutefois M. Swinhoe vient de suggérer l'idée que le *Rallus pusillus* de Pallas pourrait bien être identique avec l'espèce décrite par Naumann sous le nom de *pyg-*

---

[1]) C'est pour la même raison que j'ai préféré (*Arch. Néerl.*, II, p. 67) pour un de nos Busards d'Europe le nom spécifique de *aequipar*, donné par G. Cuvier, quoiqu'il n'ait été publié qu'en 1831 par Lesson (*Tr. d'Orn.*, p. 85) et qu'il soit à cet égard postérieur à celui de *Swainsonii* proposé par Smith (*S. Afr. Journ.*, 1830, I, p. 384). A mon avis, lorsqu'il s'agit du droit de priorité, il faut aussi avoir égard aux noms usités dans les grands Musées ouverts au public, lors même qu'ils n'ont pas encore été publiés; pourvu que l'emploi en soit bien constaté, il équivaut selon moi à la publication, surtout dans un journal exotique que fort peu de personnes ont l'occasion de consulter.

maea, vu que celle désignée par les auteurs sous les noms de *pusillus* et *minutus* n'a pas encore été observée aussi loin vers l'est que la Daourie (*P. Z. S.*, 1871, p. 414). Cette assertion m'a engagé à étudier derechef les descriptions données par Pallas et par Gmelin et de les comparer tant avec celles des autres auteurs, — surtout de Naumann, — qu'avec des individus des deux espéces en question. Par cet examen j'ai reçu la conviction que le *Rallus pusillus* de Pallas est distinct de celui de Bechstein etc., mais qu'il se rapporte à l'espèce décrite comme nouvelle par Vieillot et par Naumann. Pallas compare son *R. pusillus* pour la taille à l'*Alauda vulgaris* (*arvensis*), mesure que Naumann donne de son *pygmaea*, tandis que son *pusillus* égale en grandeur l'*Al. cristata*. Pour la couleur et les formes, l'oiseau de Pallas se rapprocherait du *R. aquaticus*, ce qui toutefois se peut dire en quelque sorte des deux espèces, surtout quand on n'a égard qu'aux parties inférieures; mais, dans son *Zoographia*, l'auteur le dit plus ou moins semblable au *R. porzana*, comparaison qui n'est juste que pour le *pygmaea* N., et seulement encore par rapport aux parties supérieures. Il est vrai que Pallas décrit les jambes comme étant d'un verdâtre très-pâle, ce qui ne se dit guère de la plus petite espèce; cependant il est très-probable qu'il n'a fait sa description qu'après son retour, donc sur une peau sèche; or dans cet état les pieds du *pygmaea* N. ont perdu leur couleur propre et sont ordinairement tant soit peu verdâtres. La coloration des parties inférieures chez l'oiseau de Pallas, surtout celle des flancs, me paraît se rapporter plus à la dernière espèce qu'au *pusillus* de Naumann etc. Mais, ce qui à mon avis est le caractère décisif, c'est la description que Pallas donne des parties supérieures en ces termes: *Vertex, cervix, dorsum ferrugineo nigroque liturata, dorsum lineolis longitudinalibus vagis albis*; cette description convient parfaitement au *pygmaea* N., surtout pour la manière dont le dos est parsemé de petites stries blanches, et que Pallas a admirablement rendue par le seul mot *vagis*, exprimant ainsi leurs différentes directions. Si l'auteur avait eu sous les yeux un individu du *pusillus* de Bechstein etc., il aurait, suivant son exac-

titude ordinaire, décrit les parties supérieures et surtout le dos d'une tout autre manière: par exemple, au lieu du mot *vagis*, il aurait sans aucun doute employé celui de *raris*. La description donnée par Pallas me semble se rapprocher le plus de celle que Naumann donne de la femelle adulte de son *pygmaea* (*Nat. Vög. Deutschl.*, IX, p. 573). D'ailleurs, comme M. Swinhoe l'affirme, l'espèce suivante n'a point encore été observée dans l'Asie Orientale; M. Radde, il est vrai, rapporte au *R. minutus* de Pallas deux mâles de taille très-différente, qu'il a recueillis en Daourie, l'un tué à la fin de Mai au Tarei-nor et l'autre le 4 Août près de Kirinsk (*Reisen S. O. Sib.*, II, p. 311); mais les mesures qu'il en donne égalent à peine celles du *pygmaea* N., tandis que le *pusillus* des auteurs modernes a la taille sensiblement plus forte. Enfin, selon MM. Dybowski et Parrex, le *pygmaea* N. serait assez commun en Daourie, dans les environs des eaux minérales de Darasun, où ils ont aussi trouvé ses œufs. (*J. f. O.*, XVI, p. 338.)

L'espèce appelée *pygmaea* par Naumann doit donc, à mon avis, porter le nom de *Rallus pusillus* P.; elle a été figurée par Werner (Temm., *Atlas Man. d'Orn.*, II), par Jardine et Selby (*Ill. of Orn.*, I, pl. XV, et *Ill. of Brit. Orn.*, II, pl. 30, f. 3), par Roux (*Orn. Prov.*, II, t. 332), par Naumann (*Nat. Vög. Deutschl.*, IX, t. 239), par Gould (*B. of Eur.*, IV, pl. 344, et *B. of Gr. Br.*, part. VI), par Dubois (*Ois. Belg.*, pl. 213), par Schlegel (*Fauna van Ned.*, pl. 255), par Fritsch (*Vög. Eur.* t. 32, f. 3), et dans le *Dictionnaire Universel d'Histoire naturelle* (2e éd. Ois. pl. 17, f. 1). Le poussin a été représenté par Marchand (*Rev. Mag. Zool.*, 1868, pl. 3), et les œufs par Naumann et Buhle (*Eier. Vög. Deutsch.*, h. IV, t. 7, f. 13), par Thienemann (*Taf. Col. Abb. Vög.*, t. 73, f. 2 *a*—*c*) et par Bädeker (*Eier Eur. Vög.*, t. 44, N°. 3).

En Asie l'espèce a encore été observée dans le Nord de la Chine (Swinhoe, *Ibis*, 1863, p. 97), elle habite d'ailleurs en été dans tout cet empire (Sw., *P. Z. S.*, 1871, p. 414); M. Swinhoe l'a même recueillie à Amoy (*Ibis*, 1867, p. 389). Le Musée des Pays-Bas l'a reçue du Japon, et possède également un individu qui aurait été tué aux Philippines (Schlegel, *Mus. des P. B.*, Ralli,

p. 30). Elle est commune dans les environs de Calcutta (Blyth, *Ann. Mag. Nat. Hist.*, XII, p. 170); elle est même plus abondante que la Marouette dans tout l'Indoustan, particulièrement dans la saison froide; M. Jerdon l'a tuée en Mai dans le Bengale Oriental (*B. of Ind.*, p. 724). Elle niche dans l'Inde Supérieure, en Cachemire et dans les vallées des régions basses (Hume, *Lahore to Yarkand*, p. 293). Elle a même été observée, quoique rarement, à Ceylan (Layard, *Ann. Mag. Nat. Hist.*, II s., XIV, p. 267); elle hiverne en Perse (Gould, *B. Gr. Br.*), et Ruppell l'a observée en Arabie et en Egypte (*Syst. Ueb. Vög. N. O. Afr.*, p. 128), où toutefois M. Shelly assure ne l'avoir jamais rencontrée (*B. of Eg.*, p. 275).

L'espèce est sédentaire aux Cyclades (Erhard, *Naum.*, t. VIII, p. 7), ainsi que dans les marais de la Grèce proprement dite (Linderm., *Vög. Griech.*, p. 129); elle est abondante dans ceux de la Bulgarie (Gould, *B. Gr. Br.*), et très commune en Avril dans celui de Inkerman en Crimée (Irby, *Zool.*, p. 5361); il est donc probable qu'elle habite également quelques autres provinces du sud de la Russie, toutefois je ne l'ai trouvée signalée dans aucune des Faunes locales publiées dans le *Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou*. Elle est assez rare dans la Bukowine (Zawadzki, *Fauna Gal. Buk. Wirb.*, p. 117), et niche régulièrement en Hongrie (Baldamus, *Naum.*, II. 2, p. 87); elle habite aussi la Dalmatie (Naum, *Vög. Deutschl.*, IX, p. 574), et Natterer l'a trouvée au mois d'Avril en Illyrie, près de Trieste (v. Pelzeln, *Verh. Zool. Bot. Ges.*, XXI, p. 722); quelques individus ont été tués en Mai, Août et Octobre à l'étang de Furt, dans la haute Styrie, par M. Hanf (*Verh. Zool. Bot. Ges.*, IV, p. 621, et XVIII, p. 966). L'espèce se reproduit très rarement en Tyrol (Althammer, *Naum.*, VII, p. 402), mais elle ne paraît pas habiter la Haute Autriche; du moins MM. Hinterberger et Brittinger ne la signalent pas parmi les oiseaux de cette province. Selon Palliardi elle serait rare en Bohême (*Syst. Ueb. Vög. Boh.*, p. 58); toutefois M. Fritsch ne l'y a jamais rencontrée dans aucune collection (*J. f. O*, XX, p. 381). Elle se trouve aussi, quoique rarement, en Silésie (Gloger, *Ueb. Säug., Vög. etc. Schles.*, p. 51), où le

Comte Roedern en a trouvé une nichée près de Glogau (*Naum.*, VI, p. 403); Brehm l'a obtenue de Ahlsdorf près de Wittemberg en Saxe (Bädeker, *Eier Eur. Vög.*), Naumann l'a souvent observée pendant la saison de la reproduction en Anhalt, surtout dans les marais entre l'Elbe et la Saale, où elle arrive en Mai et d'où elle repart avant le mois de Septembre; elle habite aussi la Franconie et la Hesse, particulièrement dans la vallée du Mein (*Nat. Vög. Deutsch.*, IX, p. 575), où elle n'est pas rare dans les environs de Hanau; elle y niche dans le bois de Bischofsheim ainsi que près de Enkheim, et y reste parfois jusqu'en Octobre (Jäger, *Syst. Ueb. Wett. Vög.*, 2, p. 29, et *Zool. Gart.*, V, p. 378); elle a été observée sur les bords du Danube dans le Wurtemberg (Landbeck, *Jahr. Ver. Vat. Nat.*, II, p. 228), et se trouve aussi, quoiqu'en petit nombre, dans le Grand-Duché de Bade (Kettner, *Beitr. Rhein. Nat.*, I, p. 89). L'espèce est rare en Suisse pendant la saison des couvées (Schinz, *Verz. Schw. Wirb.*, p. 114); en Italie, elle se reproduit en Lombardie, en Vénétie et en Toscane (*F. d'It.* Salv. *Ucc.*, p. 231); elle est rare en Sardaigne à son passage au printemps (Cara, *Orn. Sarda*, p. 159); elle ne se montre qu'en petit nombre en Sicile (Benoit, *Orn. Sic.*, p. 170), ainsi qu'à Malte en Mars et en Octobre (Wright, *Ibis*, 1864, p. 150); elle a été observée plusieurs fois en été aux Baléares, et s'y voit aussi en hiver (A. v. Homeyer, *J. f. O.*, X, p. 482).

Dans la presqu'île Ibérique elle est commune toute l'année au lac d'Albuféra dans la province de Valence (Vidal, *J. f. O.*, III, p. 313); elle n'est pas rare aux bords de la Ségure dans la province de Murcie (Saunders, *Ibis*, 1869, p. 172), mais ne se trouve qu'en petit nombre en Andalousie (Machado, *Allg. Deutsch. Nat. Zeit.*, n. f., II, p. 254), où elle niche près de Séville (Saunders, *Ibis*, 1871, p. 224); on la dit commune au Portugal (Smith, *Ibis*, 1868, p. 455), elle est rare en Galice et y fut observée en Février à la Corogne (Naceyro, *J. f. O.*, III, p. 304.) L'espèce arrive en Mars dans le Midi de la France (Crespon, *Orn. du Gard*, p. 452), où elle est surtout nombreuse

à son passage, tandis que quelques paires y demeurent pour se reproduire (von Muller, *J. f. O.*, IV, p. 228); elle est d'ailleurs commune dans plusieurs parties de cette contrée durant la saison des couvées (Jaubert, *Rich. Orn.*, p. 489), comme dans les marais de St-Laurent près de Grenoble (Bouteille et Labatie, *Orn. Dauph.*, p. 208), ainsi que dans ceux de la Savoie, où elle arrive en Avril et qu'elle quitte vers le mois de Septembre (Bailly, *Orn. Sav.*, IV, p. 263); elle se montre quelquefois sur les bords du Doubs et de l'Ain (Ogerien, *Hist. Nat. du Jura*, III, p. 261), mais elle est très-rare dans le département de l'Yonne (Bert, *Cat. Méth. An. Vert. etc.*, p. 72), de même qu'en Lorraine, où elle a été tuée près de Nancy (Godron, *Zool. Lorr.*, p. 19). Elle niche dans les environs de Nantes (Marchand, *R. M. Z.*, 1870, p. 299), et assez fréquemment dans les marais de la Picardie près d'Abbeville (Vieillot, *Nouv. Dict. etc.*, t. XXVIII, p. 548), mais plus rarement dans le département du Nord, où elle séjourne depuis la fin d'Avril jusqu'en Août (Degland, *Orn. Eur.*, II, p. 273, et de Norguet, *Cat. Ois. etc.*, p. 45). Elle a été observée en Avril dans le Luxembourg (de la Fontaine, *Faune Lux.*, *Ois.* p. 245), et se montre accidentellement en Belgique, dans les marais de la Flandre et dans ceux de la Campine aux environs de Hasselt (de Selys, *Faune Belge*, p. 117). Dans les Pays-Bas une femelle fut prise sur le nid, près de Bois-le-Duc en Brabant; un autre individu tué dans notre patrie se trouve au Musée de Leyde, et je possède dans ma collection un jeune mâle, qui me fut envoyé de Zwartsluis, en Overijssel, le 1er Septembre 1872; les chasseurs de bécassines rencontrent d'ailleurs quelquefois ces petits Râles à la fin d'Avril dans cette dernière province, où selon toute apparence l'espèce pourrait bien se reproduire, les individus qu'on y observe au printemps ne paraissant pas s'avancer plus loin vers le Nord. L'espèce est généralement regardée comme rare en Angleterre, quoiqu'on l'y ait capturée dans plusieurs comtés et en différentes saisons: elle a été observée le 19 Septembre et à la fin d'Octobre près de Deal en Kent (*Zool.*, p. 2923 et p. 3035); quelques individus ont été tués près de Penzance non loin

de Landsend en Cornouailles (Rodd, *Zool.*, p. 6210, et s.s. p. 2275), ainsi qu'une femelle adulte en été aux environs de Bristol en Sommerset (Yarr., *Hist. Br. B.*, 3e éd., III, p. 122); l'espèce se montra en Janvier 1823 dans le Cambridgeshire (*Zool. Journ.*, II, p. 279), où une femelle et sa couvée furent prises dans les premiers jours d'Août 1858, après qu'on en eut déjà déniché une en Juin (*P. Z. S.*, 1858, p. 560, et *Zool.* p. 6329); un tout petit Râle appartenant probablement à cette espèce fut capturé en Suffolk, ainsi que plusieurs individus en Norfolk tant en Avril qu'en automne (Sheppard and Whitear, *Trans. Linn. Soc.*, XV, p. 48, et Yarr., *l. c.*); on y trouva également deux couvées en Juin 1866 (*Zool. s.s.*, p. 339 et p. 442); enfin l'espèce fut observée dans le comté de Derby le 8 Novembre 1821 (Fox, *Zool. Journ.*, III, p. 394), et même en Ecosse, savoir près de Lockerbie et peut-être aussi en Caithness-shire (Jardine, *B. of Gr. Br.*, III, p. 336, et Gray, *Bird of West Scotl.*, p. 334); on l'a encore rencontrée à l'île de Man (Hadfield, *Zool. s.s.*, p. 3272), et M. Thompson la signale comme ayant visité l'Irlande le 30 Octobre 1845 aux environs de Youghal (*Ann. Mag. Nat. Hist.*, XX, p. 169).

L'espèce est de passage accidentel à Madère (Harcourt, *Ann. Mag. Nat. Hist.*, II s., XII, p. 62), et rare en Tanger (Drake, *Ibis*, 1867, p. 428); elle est sédentaire en Algérie et s'y montre aussi de passage à l'époque de ses migrations (*Expl. Sc. de l'Alg.*, Loche, Ois. p. 340), elle y niche dans les marais de Zana dans la partie orientale de l'Atlas (Salvin, *Ibis*, 1859, p. 361). M. Gurney fils a obtenu à Laghouat un individu différant de ceux d'Europe par le blanc de la gorge (*Ibis*, 1871, p. 299); M. Tristram l'a rencontrée dans les roseaux à Tamerua au Sahara (*Ibis*, 1860, p. 80), et M. Vierthaler en hiver à Chartum (*Naum.*, III, p. 20). Des individus à teintes très-vives ont été recueillis par Smith dans le Midi de l'Afrique (Jardine, *B. of Gr. Br.*, p. 337): l'espèce y habite le pays de Damara, où, d'après M. Andersson, elle se reproduit en assez grande quantité à Omanbondé et dans les marais près du lac Ngami, ainsi qu'aux bords

des rivières Teoughe et Okavango (Gurney, *P. Z. S.*, 1864, p. 7); M. Layard, qui la dit commune dans un petit nombre d'endroits, en a tué des individus à Swellendam, au bord du Buffeljagts-Rivier, mais il l'a insérée dans son Catalogue sous le nom spécifique de *minuta* (*Birds S. Afr.*, p. 338, et Gurney in And. *Birds of Damara-Land.*, p. 317); on l'a aussi rencontrée à Maritzburg, dans le Natal (Gurney, *Ibis*, 1865, p. 273), ainsi qu'à Madagascar (Hartlaub, *Orn. Beitr.*, p. 81, et Newton, *Ibis*, 1863, p. 458). En Afrique se trouve également une espèce qualifiée par M. von Heuglin du nom de *fasciata*, qui paraît être identique à l'*egregia* de Peters, et à l'*angolensis* de Hartlaub, mais que Schlegel a rapportée au *pygmaea* de Naumann (*Mus. d'Hist. Nat. P. B.*, Ralli, p. 30), quoiqu'elle s'en distingue suffisamment tant par la taille que par la coloration du bec et du plumage. Enfin la Nouvelle-Hollande nourrit une espèce décrite et figurée par Gould sous l'épithète de *fluminea* (*B. of Austr.*, VI, pl. 79), dénomination à laquelle il convient de substituer celle de *Novae-Hollandiae* proposée par Cuvier (Lesson, *Tr. d'Orn.*, p. 537), comme ayant été donné antérieurement à la même espèce (Pucheran, *R. M. Z.*, 1851, p. 278); celle-ci a également été classée par Schlegel parmi les synonymes de la présente; elle me semble toutefois en différer spécifiquement, moins par la taille que par la coloration, surtout par le blanc des sous-caudales. Ces deux dernières espèces ont même été rangées par G. R. Gray dans un sous-genre différent de celui où il place le *pygmaea* d'Europe (*Handlist of B.*, III, p. 62).

Rallus parvus Scop.

La dernière espèce européenne, le type du genre *Zapornia* de Leach (*Syst. Cat. Mamm. and Birds in B. M.*, p. 34), dans lequel on classe également la précédente, a été rapportée généralement au *Rallus pusillus* de Pallas; cependant j'ai tâché de démontrer plus haut que l'oiseau de ce dernier auteur est identique au *pygmaea* de Naumann, et non à l'espèce désignée par Bechstein et les orni-

thologistes modernes, sous la dénomination spécifique de *pusilla*. Celle-ci doit par conséquent, à mon avis, porter le nom de *Rallus parvus*, que lui assigna Scopoli en 1769 (*Annus* I *Hist. Nat.*, p. 108, N°. 157 [1]) et qu'elle aurait dû porter toujours, comme le plus ancien: la description qu'en donne ce naturaliste étant assez claire, et le rouge de la base du bec surtout ne laissant aucun doute sur l'identité de l'espèce. Elle fut nommée plus tard *Rallus mixtus* par Lapeyrouse (*Mam. et Ois. de la H. G.*, 1799, p. 38), et Vieillot lui donna le nom de ce dernier auteur (*N. Dict.*, t. XXVIII, p. 562). Elle a été figurée d'abord par Montagu (*Orn. Dict.*, suppl. et app.), sous les dénominations de *little* et *olivaceous*

---

[1]) Ceux qui rangent le *Rallus porzana* L. dans un genre distinct de celui du *R. aquaticus* L. et même du *R. crex* L., et qui font par conséquent de *Porzana* un nom générique, doivent, en ayant égard au droit de priorité, assigner à la Marouette la dénomination spécifique de *Fulicula* que lui donna Scopoli (*op. cit.*, p. 108, N°. 158), qui la décrivit très-exactement. De même, si l'on n'admet pas les noms spécifiques employés par Brisson, pour la raison très-valable que cet auteur n'a point adopté le système binominal, il convient de désigner notre petit Grèbe d'Europe sous le nom de *Colymbus nigricans*, à l'exemple de Scopoli (*op. cit.*, p. 77, N°. 101), la description de cet auteur étant trop caractéristique pour qu'il puisse y avoir de doutes au sujet de l'espèce, et la dénomination proposée par lui étant de beaucoup antérieure à celle de *Col. minor* donnée par Gmelin. J'ai publié ailleurs (*Arch. Néerl.*, IV, p. 397) les raisons qui m'ont engagé à conserver au genre Grèbe le nom *Colymbus*, tandis qu'il faut selon moi indiquer les Plongeons sous la dénomination générique de *Cepphus* que leur assigna Moehring; son ouvrage étant postérieur à la 1ère édition du *Systema Naturae*, qu'il convient de considérer comme base et point de départ pour la priorité des noms génériques, puisque déjà à cette époque Linné a émis l'idée du genre tel qu'on le comprend encore aujourd'hui. Ensuite la dénomination générique de *Branta*, donnée par Boie à l'*Aithyia rufina*, a été employée auparavant par Scopoli pour désigner le genre où il place l'*Anser bernicla* (*op. cit.*, p. 67); par conséquent le nom générique de *Bernicla*, donné par Stephens à un sous-genre des Oies, devra être substitué par celui de *Branta*, proposé par Scopoli.

Enfin, pour se conformer aux règles de nomenclature adoptées par la plupart des ornithologistes, il faut indiquer la Pie vulgaire d'Europe sous le nom de *Pica rustica*, lui conservant ainsi la dénomination spécifique que lui assigna le même auteur (*op. cit.*, p. 38, N°. 41), puisqu'elle a été publiée la première après l'introduction du système binominal.

Gallinule (ou *Gall. minuta* et *F. Foljambei* dont la dernière fut appliquée à tort par Eyton à l'espèce précédente (*Cat. Brit. B.*, p. 46); elle a été représentée ensuite par Selby (*Ill. Brit. Orn.*, pl. XXX, f. 4), par Werner (Temm., *Man. d'Orn.*, II), par Naumann (*Nat. Vög. Deutschl.*, IX, t. 238), par Roux (*Orn. Prov.*, II, t. 331), par Jardine (*B. Gr. Br.*, III, pl. 31), par Kjaerbolling (*Orn. Dan.*, pl. 38 et suppl. pl. 18), par Dubois (*Ois. Belg.*, pl. 212), par Gould (*B. of Eur.*, IV, pl. 345, et *B. of Gr. Br.*, part. VI [1]), par Fritsch (*Vög. Eur.*, t. 32, f. 4 et 5) et par Sundevall (*Svenska Foglarna*, pl. 76, f. 5); Naumann et Buhle (*Eier. Vög. Deutschl.*, h. IV, t. 7, f. 12), Thienemann (*Taf. Col. Abb. Vög.*, t. 73, f. 3. 3) et Bädeker (*Eur. Vög.*, t. 44, N°. 4) ont publié les figures des œufs.

Comme je l'ai déjà fait remarquer, il y a toute apparence que les deux mâles recueillis par Radde en Daourie, et rapportés par lui à l'espèce de Pallas, sont identiques à la précédente. Celle dont nous nous occupons pour le moment a été signalée, il est vrai, comme habitant le Japon et le Népaul; mais ces assertions n'ayant pas été confirmées, il est très probable qu'elle n'a pas encore été trouvée en Asie jusqu'ici, sinon à Erzeroum au sud de la mer Noire, en Avril et en Mai (*P. Z. S.*, 1839, p. 134). Elle est commune en Crète à la fin d'Avril, mais plus rare à Corfou (Drummond, *Ann. Mag. Nat. Hist.*, XII, p. 421 et 427); elle habite aussi les marais de la Grèce (v. d. Mühle, *Orn. Beitr.*, p. 91), ainsi que la Turquie (Naumann, *N. V. D.*, IX, p. 555), où elle a été trouvée, mais en petite quantité, aux environs de Constantinople (Elwes et Buckley, *Ibis*, 1870, p. 332), et le midi de la Russie (Naum. *l. c.*), car elle se montre communément en Avril en Crimée (Irby, *Zool.*, p. 5361), et passe en Tauride, surtout à la fin de ce mois (Schatiloff, *Bull. Soc. Nat. Moscou*, t. XXXIII *b.*, p. 508); elle habite la province de Jekaterinoslaw, en s'avançant vers le Don (Kaleniczenko, *Bull. Soc. Nat. Moscou*, t. XII, p. 274); elle se reproduit aux environs d'Uman dans le gouvernement de

---

[1]) M. Gould cite à tort parmi les synonymes le *Rallus minutus* de Gmelin (*Syst. Nat.*, 13e éd., I, p. 719), qui est une espèce américaine.

Kiew, où on l'a rencontrée jusqu'au 28 Août (Goebel, *J. f. O.*, XVIII, p. 181, et XIX p. 145); elle niche même, quoique très-rarement, dans le sud de la Livonie (Meyer, *Vög. Liv. u. Esthl.*, p. 217), et se voit aussi en Courlande (Lichtenstein, *Bull. Soc. Nat. Moscou*, I, p. 296). L'espèce est commune durant la saison des couvées dans la Bucowine (Zawadzki, *Gal. Buk. Wirb.*, p. 117); elle n'est pas rare à la même époque en Transylvanie (Bielz., *Wirb. Sieb.*, p. 113), et niche régulièrement dans plusieurs autres localités de la Hongrie (Baldamus, *Naum.* II. 2, p. 87); elle se montre en Moravie à son passage d'automne, notamment en Octobre (Schwab, *Verh. K. K. Zool. Bot. Ges.*, IV, p. 531); elle se reproduit aux bords des étangs de Frauenberg, en Bohême, où toutefois elle semble être plus rare actuellement que jadis (Fritsch, *J. f. O.*, XIX p. 381); elle niche aussi, mais en petit nombre, dans la Haute Autriche, où sa ponte se fait au commencement de Juin (Hinterberger, *Vög. Österr.*, p. 83, et Brittenger, *Brütv. Ob. Österr.*, p. 107); on ne l'a observée que rarement, aux mois d'Avril et de Mai ainsi qu'en automne, à l'étang de Fürt en Styrie (Hanf, *Verh. K. K. Zool. Bot. Ges.*, VIII, p. 543), et Natterer l'a rapportée de l'Illyrie (v. Pelzeln, *Verh. K. K. Zool. Bot. Ges.*, XXI, p. 722); elle se reproduit encore en Tyrol, quoique rarement (Althammer, *Naum.*, VII, p. 402), de même qu'en Suisse (Meisner et Schinz, *Vög. Schweiz*, p. 240), où elle paraît être demi-sédentaire dans le canton de Neuchâtel (Vonga, *Bull. Soc. Sc. nat. Neuch.*, II, p. 413). L'espèce est assez commune au temps de la reproduction dans le midi de l'Allemagne, savoir dans le Würtemberg, particulièrement le long du Danube, (Landbeck, *Vög. Wurt.*, p. 67) dans plusieurs parties de la Bavière (Jackel, *Abh. Zool. Min. Ver. Reg.*, I, p. 104), comme aussi dans les vallées du Rhin et du Mein, ainsi qu'en Saxe et en Anhalt, surtout aux bords des lacs du Mansfeld et des étangs aux environs de Zerbst, non loin du confluent de l'Elbe et de la Saale, où elle séjourne depuis le mois de Mai jusqu'en Septembre (Naumann, *Nat. Vög. D.*, IX, p. 555); elle habite également la Silésie (Gloger, *Ueb. Saüg. Vög. etc. Schles.*, p. 51),

où elle niche dans l'Ober-Lausitz (Tobias, *J. f. O.*, I, p. 216), ainsi que près de Glogau (Roedern, *Naum.*, VI, p. 403); elle se reproduit aussi dans le Brandebourg, car on a trouvé des couvées aux environs de Cottbus dans le Bas-Lausitz (Kutter, *J. f. O.*, XIII, p. 334), ainsi que dans la région traversée par la Havel et dans le voisinage de Rathenow (A. v. Homeyer, *J. f. O.*, XVIII, p. 228); selon Boeck, elle nicherait dans la Prusse proprement dite (Borggreve, *Vög. N. D.*, p. 106 [1]); d'après E. von Homeyer (*Syst. Ueb. Vög. Pomm.*, p. 64) et Holland (*Wirb. Pomm.*, p. 74), il y a toute apparence qu'elle se reproduit en Poméranie, aussi y a-t-on tué une paire près de Stargard; dans le Mecklenbourg, une couvée fut enlevée d'une tourbière aux environs de Wismar et une femelle fut prise le 31 Mars au lac de Butzow (Zander, *Syst. Ueb. Vög. Meckl.*, p. 85). L'espèce est rare en Brunswick (Blasius, *J. f. O.*, XII. B, p. 65); elle se montre accidentellement en Westphalie (Bolsmann, *Naum.*, II. 3, p. 34), en Oldenbourg (Negelein, *Naum.*, III, p. 62) et aux environs de Hambourg (Willemoes, *Zool. Gart.*, VI, p. 78). On l'a encore observée dans le Holstein, près de Brunsbüttel (Faber, *Orn. Not. Danm. F.*, p. 39), et en Jutland (*Naum.*, *l. c.*).

Un mâle fut pris au commencement du printemps 1852 dans l'île de Gothland, lorsque le sol était encore couvert de neige (Meves, *Naum.*, VIII, p. 118), et le 17 Juin 1862 on a obtenu la preuve que l'espèce a même niché dans la partie septentrionale de la province de Calmar, en Suède (Westerlund, Peterm. *Geogr. Mitth.*, 1870, p. 374). Elle n'a été observée jusqu'ici qu'une seule fois en Ecosse, savoir, le 12 Mars 1852, à Thornton à la rive de l'Isla, en Banffshire (Yarr., *Hist. Br. B.*, 3e éd., III, p. 118); il est vrai qu'on pourrait conclure de l'ouvrage de Gray (*B. of W. Scotl.*, p. 334 et p. 514) qu'il s'y fit deux captures, mais la déclaration de Gurney fils (*Scot. Nat.*, I, p. 269) a rectifié l'erreur en les rapportant au même individu. On n'en

---

[1]) L'auteur révoque en doute la distinction spécifique de cette espèce et de la précédente.

cite également qu'une seule faite en Irlande : celle d'un mâle tué le 11 Mars 1854 à Balbriggan, aux environs de Dublin (Tristram, *Zool.*, p. 4298.) A ce qu'il paraît, on n'a pas encore acquis la certitude que l'espèce se reproduit en Angleterre, quoiqu'on l'y ait observée dans plusieurs comtés et en diverses saisons, notamment près de Ashburton en Devon (Montagu, *Orn. Dict.*, Suppl.) et à Devonport le 13 Mai 1829 (Rowe, *Cat. Mamm. Birds etc. Dev.*, p. 30; Newton, *Ibis*, 1865, p. 222), ainsi qu'en Août 1831 dans le même comté (Moore, *Mag. Nat. Hist.*, I, n. s., p. 323); en Sommerset au commencement d'Octobre 1870 (Smith, *Zool. s. s.*, p. 2386); en Sussex aux environs de Shoreham en Octobre 1835 (Yarr., *l. c.*), et, si les observations sont justes, il s'y serait fait trois captures plus récentes, savoir, à Seaford au commencement de Mars 1848, dans les marais de Pevenscy en Mars 1862, et près de Hasting le 15 Avril 1859 (*Zool.*, p. 2148, p. 6537 et p. 8330); on la rencontra en 1812 non loin de Chelsea, sur les bords de la Tamise (Yarr., *l. c.*), dans le voisinage de Cambridge en Mars 1826 (Yarr., *Zool. Journ.*, III, p. 605) et le 26 Mars 1864 (Saville, *Zool. s. s.*, p. 9118); en Norfolk en Mai 1812 (Mont., *l. c.*) et à une autre occasion près de Yarmouth (Hoy, *Mag. Nat. Hist.*, VII, p. 53); on l'y aurait aussi vue en Mars 1847 et en Mars 1852 (*Zool.*, p. 1777 et p. 3477), ainsi que le 9 Octobre 1869 dans le North-Lincolnshire (Cordeaux, *Zool. s. s.*, p. 1977). L'espèce s'est montrée aux environs de Derby (Selby, *Br. Orn.*, II, p. 186) et en automne 1807 dans le voisinage de Manchester (*Mag. Nat. Hist.*, II, p. 275); enfin dans le Yorkshire sur la rive de la Yore le 6 Mai 1807 (Sims, *Zool. Journ.*, I, p. 131), ainsi que près de Scarborough (*P. Z. S.*, 1836).

L'espèce avait été signalée déjà en 1815 par Temminck comme visitant les Pays-Bas accidentellement (*Man. d'Orn.*, 1e éd., p. 448); néanmoins on ne l'a pas admise dans les ouvrages publiés récemment sur la Faune de cette contrée. J'ai eu toutefois l'avantage d'y constater son apparition, en enrichissant ma collection par l'acquisition d'un jeune mâle tué aux environs de Zwartsluis, en Overijssel, le 9 Septembre 1872. Elle est très-rare en Belgique,

où elle a été observée plusieurs fois dans les champs de fourrages, près de l'eau, dans le Brabant et aux environs de Liége (de Sélys, *Faune Belge*, p. 117); elle est fort peu répandue dans le Luxembourg (de la Fontaine, *Faune Lux.*, Ois., p. 244), et se montre irrégulièrement dans le Nord de la France (Degland, *Orn. Eur.*, II, p. 272); elle y est même plus rare que l'espèce précédente (de Norguet, *Cat. Ois. N. Fr.*, p. 45), aussi M. Baillon ne l'a-t-il vue qu'accidentellement dans les marais de la Picardie (Vieillot, *l. c.*); elle n'est pas plus fréquente en Lorraine, où elle a été trouvée aux environs de Metz et de Nancy (Godron, *Zool. Lorr.*, p. 19), ainsi que dans le département d'Eure-et-Loir (Marchand, *R. M. Z.*, 1867, p. 138); elle est également très-rare dans celui de Seine-et-Marne, où elle arrive en Mars pour repartir en Octobre ou en Novembre (de Sinety, *R. M. Z.*, 1854, p. 431); elle ne se voit qu'accidentellement dans le département de l'Yonne (Bert, *Cat. An. Vert. etc.*, p. 72); elle est de passage dans celui du Jura, où elle vient en Mars et séjourne parfois jusqu'à la fin d'Octobre (Ogérien, *Hist. Nat. du Jura*, III, p. 261), et se voit aussi dans le Lyonnais (Olphe-Gaillard, *Naum.*, V, p. 51). Elle se montre régulièrement dans l'Ouest de la France (Degland, *l. c.*), et est même assez commune dans le département de la Charente-Inférieure, où elle passe en Avril (Beltremieux, *Faune dép. Char. Inf.*, p. 31). Picot de la Peyrouse l'a déjà trouvée dans les Pyrénées (Vieillot, *l. c.*); elle arrive dans le midi de la France à la fin de Mars (Crespon, *Orn. Gard.*, p. 451), et quelques paires y nichent dans les marais du littoral (Jaubert, *Rich. Orn. etc.*, p. 488); elle se reproduit aussi en Dauphiné, où il s'en fait un double passage (Bouteille et Labatie, *Orn. Dauph.*, p. 207); elle paraît en Avril dans la Savoie, où elle passe en nombre assez considérable et en outre se propage communément, mais on la voit encore en plus grande abondance dans les rizières du Piémont (Bailly, *Orn. Sav.*, IV, p. 259); elle se reproduit d'ailleurs dans toute l'Italie, où elle est assez commune (*F. d'It.* Salvadori, *Ucc.*, p. 231); elle se voit aussi en Sicile (Benoit, *Orn. Sic.*, p. 169); en Sardaigne elle est de passage au printemps (Cara, *Orn. Sarda*, p. 158,

et Salv., *Cat. Ucc. Sard.*, p. 77), et à Malte elle est plus abondante à son passage d'automne qu'à celui de Mars (Schembri, *Cat. Orn. etc.*, p. 112, et Wright, *Ibis*, 1864, p. 150). L'espèce est commune au midi de l'Espagne, dans la province de Murcie sur les bords de la Ségure, et se propage sans doute aux environs de Séville (Saunders, *Ibis*, 1869, p. 172, et 1871 p. 224), dans l'Andalousie, où elle est surtout abondante (Machado, *Allg. Deutsch. Nat. Zeit.*, II n. f. p. 254). On la dit commune au Portugal (Smith, *Ibis*, 1868, p. 455). Sédentaire en Algérie, ainsi que la précédente, l'espèce s'y montre en plus grande abondance aux époques des passages annuels; M. Loche y a capturé des individus sur les lacs Halloula et Fetzara (*Expl. Sc. de l'Alg.*, Ois., p. 342), et M. Drummond en a vu dans les marais à Biserta (*Ann. Mag. Nat. Hist.*, XVI, p. 108).

Il résulte de l'aperçu que je viens de donner des Râles qui habitent l'Europe, que la dernière espèce a la distribution géographique la plus restreinte, tandis que la précédente occupe la région la plus étendue, quoiqu'elle soit la moins septentrionale; celle-ci et le Râle d'eau s'avancent plus que les autres vers l'Orient; la Marouette et le Râle de genêt s'étendent au contraire le plus vers l'Occident; enfin ce dernier, qui est également très-répandu, est de tous ses congénères celui qui pénètre le plus au Nord.

Harlem, Mai 1873.

LA LOI DE BERTHOLLET

CONTRÔLÉE PAR LA ROTATION DU PLAN DE POLARISATION DES SELS DE CINCHONINE,

PAR

J. E. DIBBITS.

Les pages suivantes contiennent la partie essentielle d'un travail dans lequel l'auteur, enlevé prématurément, il y a quelques mois, à la science et à l'enseignement, avait cherché à contrôler la réalité de la loi de Berthollet par l'étude de la rotation du plan de polarisation des sels de cinchonine. Le manuscrit où il avait consigné le résultat de ses recherches a été publié intégralement par le frère du défunt, M. le Dr. H. C. Dibbits, professeur de chimie à Amsterdam, sous le titre: *De wet van Berthollet getoetst aan de draaiing van het polarisatievlak bij cinchonine-zouten*, Haarlem, 1873. Nous nous bornons à traduire l'exposé des expériences propres à l'auteur, exposé qui est précédé, dans le Mémoire original, de l'explication détaillée de la loi de Berthollet et d'un résumé historique des principales recherches expérimentales, exécutées par divers savants, pour la vérification de cette loi. L'auteur s'était proposé de développer, dans un dernier chapitre, quelques conclusions générales et quelques considérations théoriques concernant le sujet en question; mais il en a été empêché par la maladie qui, dans les deux dernières années de sa vie, ne lui permettait plus aucun travail suivi. La même circonstance explique aussi pourquoi il n'est fait aucune mention dans son Mémoire de plusieurs faits récemment constatés, tels que l'influence de l'agent dissolvant sur la rotation du plan de polarisation, etc.

Beaucoup d'alcaloïdes possèdent, à l'état de dissolution, la propriété de faire tourner, à droite ou à gauche, le plan de polarisation de la lumière polarisée transmise. Ce pouvoir, d'intensité différente pour chacune de ces substances, varie en outre suivant que l'alcaloïde est libre ou combiné à des acides, et dans ce dernier cas il dépend de la nature de l'acide.

Il est facile de déduire de là une nouvelle méthode pour vérifier la loi de Berthollet. Si l'on a déterminé successivement le pouvoir rotatoire d'un alcaloïde combiné avec un certain acide, et celui du même alcaloïde en combinaison avec un autre acide, l'étude du pouvoir rotatoire d'une dissolution qui renferme à la fois les deux acides et l'alcaloïde pourra faire connaître si ce dernier s'est combiné en entier avec l'un des premiers, — et, en cas d'affirmative, avec lequel des deux, — ou bien s'il s'est partagé entre les deux acides. Soient A et B deux acides, C un alcaloïde. On a déterminé le pouvoir rotatoire de $A\,C = p$, et celui de $B\,C = q$. Si l'on trouve maintenant le pouvoir rotatoire du mélange $A + B + C = p$, on peut en conclure que $A\,C$ existe seul, sans $B\,C$. S'il est au contraire $= q$, $B\,C$ seul a pris naissance. Enfin s'il présente une valeur intermédiaire entre p et q, cela prouve que C s'est combiné en partie avec A, en partie avec B. Ou bien, on a deux acides, A et B, et deux bases, C et D, dont C est un alcaloïde, D une base qui n'exerce aucune influence sur le plan de polarisation. On détermine le pouvoir rotatoire tant de $A\,C$ que de $B\,C$. Ensuite on mêle, en proportions équivalentes, d'abord $A\,C$ avec $B\,D$, puis $B\,C$ avec $A\,D$, et on observe chaque fois le pouvoir rotatoire du mélange. Si dans les deux cas on le trouve égal au pouvoir rotatoire de $A\,C$, il en résulte que C est combiné entièrement avec A, D entièrement avec B. S'il est égal au pouvoir rotatoire de $B\,C$, les seuls produits formés sont $B\,C$ et $A\,D$. L'un et l'autre résultat seraient contraires à la doctrine de Berthollet. Si le pouvoir rotatoire du mélange des deux sels est plus petit qui celui de $A\,C$, mais plus grand que celui de $B\,C$, ou réciproquement, la dissolution renferme aussi bien $A\,C$ que $A\,B$, et par conséquent aussi $A\,D$ et $B\,D$. Il y

a quatre sels de formés, en accord avec la loi de Berthollet.

M. Bouchardat [1]) avait déjà exécuté des expériences qui méritent d'être mentionnées ici. Il se proposait d'examiner si le pouvoir rotatoire du camphre appartient aussi à l'acide camphorique, et à cet effet il prépara une dissolution de cet acide dans l'alcool. Dans un tube de 299 mm. de longueur, cette solution imprimait au plan de polarisation une déviation de + 12°. Pour apprécier en outre l'influence que la présence d'une base exerce sur le pouvoir rotatoire de cet acide, il „satura" celui-ci avec une dissolution de soude caustique, qu'il ajouta jusqu'à concurrence de $\frac{1}{24}$ du volume de la solution acide. La déviation du plan de polarisation n'était plus maintenant que de + 7°. Ayant ajouté ensuite à la solution, qui avait pris une réaction alcaline, $\frac{1}{24}$ de son volume d'acide chlorhydrique, de manière à la „sursaturer", il vit la déviation remonter à + 11°. M. Bouchardat a constaté également qu'une solution de camphre dans l'alcool, qui imprimait au plan de polarisation une rotation de + 22° pour les rayons bleu-violet, ne le faisait plus dévier que de + 12° lorsqu'on y ajoutait $\frac{1}{24}$ de son volume d'ammoniaque, et que la déviation remontait à + 21° quand à cette nouvelle solution on ajoutait de nouveau $\frac{1}{24}$ de son volume d'acide chlorhydrique.

De ces expériences M. Gladstone [2]) conclut que le camphorate de soude et le camphorate d'ammoniaque ne sont pas complétement décomposés par l'acide chlorhydrique. Toutefois, à cause de l'insuffisance des données communiquées par M. Bouchardat concernant les quantités relatives des matières qu'il a employées, il est impossible de juger jusqu'à quel point le résultat de ses recherches peut être regardé comme un argument à l'appui de la loi de Berthollet.

Mon attention a été fixée sur la méthode que je viens d'indiquer par M. E. Mulder [3]), professeur à Utrecht, qui a aussi fait tout

[1]) *Ueber die optischen Eigenschaften der Camphersäure* (*Journ. für prakt. Chem.*, XLVII (1849, II), p. 455 et suiv. Cf. *Compt. rend.*, XXVIII, p. 319.)

[2]) *Journ. für prakt. Chem. v. Erdmann und Werther*, LXIX (1856, III), p. 259.

[3]) Une communication préliminaire à ce sujet a été faite par M. Mulder dans ses *Scheikundige aanteekeningen*, t. I, N°. 4 (1867), p. 255. (*Nieuwe methode ter nadere toetsing der leer van Berthollet*).

ce qui était en son pouvoir pour m'en faciliter l'application. J'ai tâché de mettre son idée à exécution avec toute l'exactitude possible, et pour cela j'ai procédé de la manière suivante.

Successivement, j'ai déterminé de combien le plan de polarisation de la lumière jaune de la flamme du sodium est dévié par: 1° une dissolution aqueuse de biacétate de cinchonine [1]); 2° une dissolution aqueuse de bichlorhydrate de cinchonine; 3° le mélange des dissolutions aqueuses de un équivalent de bichlorhydrate de cinchonine et de deux équivalents d'acétate de soude; 4° le mélange des dissolutions aqueuses de un équivalent de biacétate de cinchonine et de deux équivalents de chlorure de sodium. Dans chaque mélange se trouvaient donc en présence: 1 équiv. de cinchonine, 2 équiv. d'acide acétique, 2 équiv. d'acide chlorhydrique et 2 équiv. de soude. Toujours le même volume de la dissolution ou du mélange contenait la même quantité de cinchonine. Pour poids équivalents j'ai adopté: cinchonine 308, acide acétique 60, acide chlorhydrique 36,46, soude 31.

Les sels ont été préparés par moi de la manière suivante:

Préalablement, il fallait déterminer la force de l'acide acétique et de l'acide chlorhydrique que je devais employer. Du bicarbonate de soude fut transformé par la calcination en carbonate de soude. Celui-ci fut dissous dans l'eau et la dissolution filtrée, afin de séparer le fer que le sel pouvait renfermer et qui, après la calcination, y existait à l'état de peroxyde. En évaporant ensuite la dissolution, et calcinant de nouveau, j'obtins du carbonate de soude pur. Avec ce sel je préparai une dissolution aqueuse, telle que, dans 1000 cc. de dissolution, il y avait 53 grammes (1 équivalent) de carbonate de soude. La solution normale ainsi ob-

[1]) Au sujet du pouvoir rotatoire de différents alcaloïdes et de quelques-unes de leurs combinaisons, des recherches et des communications ont été faites par M. Bouchardat: *Sur les propriétés optiques des alcalis végétaux* (*Ann. de chim. et de phys.*, 3e Sér., IX (1843), p. 213—243), et par M. L. Wilhelmy: *Ueber das moleculare Drehungsvermögen der Substanzen* (*Pogg. Ann.*, LXXXI (1850), p. 527—532. Cf. *Jahresber. von J. Liebig und H. Kopp für* 1850, p. 175 et 176.) Leurs résultats m'ont été utiles en me guidant dans le choix d'un alcaloïde approprié aux recherches que j'avais en vue.

tenue fut titrée avec l'acide acétique à examiner, et plus tard avec l'acide chlorhydrique à examiner. Par là on connaissait la proportion de $C^2 H^4 O^2$ et de H Cl contenue dans ces acides.

Pour préparer le biacétate et le bichlorhydrate de cinchonine, la cinchonine fut dissoute dans l'acide acétique et l'acide chlorhydrique, dans la proportion de un équivalent de l'alcaloïde pour deux équivalents de l'acide, avec addition d'eau jusqu'au volume désiré. L'acétate de soude et le chlorure de sodium furent obtenus par le mélange, en proportions équivalentes, de la solution normale de carbonate de soude avec l'acide acétique ou avec l'acide chlorhydrique.

Mes observations eurent lieu dans une chambre d'où la lumière extérieure était exclue avec tout le soin possible.

Comme source de lumière j'employai une lampe à gaz de Bunsen, dans la flamme de laquelle se trouvait constamment du chlorure de sodium. La flamme était entièrement entourée d'un grand tuyau noirci, qui présentait deux ouvertures latérales, savoir, un trou pour le passage du mince fil de platine qui portait le chlorure de sodium dans la flamme, et une fente qui laissait pénétrer la lumière dans l'appareil de polarisation. Les rayons lumineux, après avoir traversé la fente, étaient rendus parallèles entre eux par une forte lentille convergente. Le faisceau ainsi obtenu était polarisé par un cristal biréfringent de spath calcaire, qui rejetait latéralement et par conséquent mettait hors d'action le rayon ordinaire, et laissait émerger le rayon extraordinaire. La lumière polarisée traversait ensuite un tube de verre long de 1,464 m., qui était fermé aux deux extrémités par des lames de verre usées et aplanies avec beaucoup de soin, et qui était rempli de la solution à étudier. Pour pouvoir opérer ce remplissage, le tube portait, en son milieu, un autre petit tube vertical. Près de l'extrémité du grand tube se trouvait, comme analyseur, un prisme de Nicol, muni d'un limbe gradué, avec vernier. La lumière tombait ensuite sur l'étroite fente d'un appareil spectral de Steinheil à un seul prisme, au moyen duquel elle était observée.

Une petite lanterne noircie, dans laquelle brûlait une faible

mèche à l'huile et qui pouvait être fermée par une valve, donnait la lumière nécessaire pour la lecture du limbe divisé.

Pour commencer, des observations étaient faites le tube de verre restant vide, afin de déterminer aussi exactement que possible le point où la lumière polarisée était complétement éteinte par l'analyseur, ou du moins éprouvait le maximum d'affaiblissement. Ce point, nous l'appellerons le zéro. Ensuite on remplissait le tube du liquide qu'on voulait étudier, et on déterminait de nouveau le point d'extinction.

Pour chaque détermination l'analyseur était tourné deux fois, une fois en partant de droite et une fois en partant de gauche, vers le point d'extinction. Chaque fois j'arrêtais le mouvement de rotation à l'instant où l'œil ne percevait plus de lumière. La lecture était alors faite, et la moyenne des deux positions observées était prise pour le point d'extinction.

Une condition indispensable dans ces observations, c'est que l'œil possède une grande sensibilité aux impressions lumineuses. Avant de pouvoir commencer à observer, avec quelque chance de succès, j'avais toujours besoin de rester longtemps dans l'obscurité. Les premières observations que je faisais ensuite étaient ordinairement rejetées, comme trop incertaines. Après un certain nombre de déterminations acceptables, la fatigue de l'organe visuel exerçait manifestement une influence perturbatrice sur l'exactitude de mes observations, de sorte que celles-ci ne pouvaient jamais être continuées longtemps de suite.

Le point auquel, en faisant lentement tourner l'analyseur, je voyais disparaître la dernière trace de lumière, était différent dans presque chaque observation. Souvent même j'éprouvais beaucoup de peine à fixer ce point d'une manière tout à fait exacte. Il n'est pas difficile d'en trouver les raisons. D'abord, il était impossible de rendre la flamme absolument tranquille; sans cesse elle vacillait plus ou moins, et en même temps son pouvoir éclairant subissait de légères variations: à son maximum immédiatement après l'introduction d'une nouvelle quantité de chlorure de sodium dans la flamme, il diminuait ensuite peu à peu jusqu'à un certain

point. La sensibilité de l'œil n'était pas non plus une grandeur constante. En outre, pour que les rayons lumineux restent perceptibles dans leur plus grand état d'affaiblissement, il ne paraît pas indifférent qu'ils tombent sur telle ou telle partie de la rétine.

J'ai exécuté de nombreuses séries d'observations pour déterminer tant le point zéro que le point d'extinction pour les différents sels et mélanges. A l'origine, j'opérais avec un tube de verre qui avait 2 décimètres de longueur. Les acides acétique et chlorhydrique que j'employais dans ces premières expériences contenaient, dans 1000 cc., le premier 326 grammes d'acide acétique pur, le second 108,835 grammes d'acide chlorhydrique pur. Partant de 1 gramme de cinchonine, j'y ajoutais la quantité nécessaire d'acide acétique ou chlorhydrique, puis avec de l'eau j'étendais les solutions obtenues de manière à les amener à un volume de 50 cc. La moyenne de 44 observations ayant pour objet la détermination du zéro me donna pour ce point — 8°52′,6. Quant au point d'extinction relatif au biacétate de cinchonine, je le trouvai à + 0°9′,9, et celui du bichlorhydrate de cinchonine à + 1°39′,9. Ajoutant à ces quantités 8°25′,6, on avait donc les nombres suivants pour la grandeur de la déviation à droite produite par chacun de ces sels:

	Point d'extinction.	Grandeur de la déviation.
Biacétate de cinchonine (42 obs.) . .	+ 0° 9′,9	+ 8°35′,5
Bichlorhydrate de cinchonine (40 obs.)	+ 1°39′,9	+ 10° 5′,5
	Différence . . .	1°30′,0

Ces expériences furent répétées avec des solutions plus concentrées, qui renfermaient 6 grammes de cinchonine dans un volume de 50 cc. Le résultat fut alors:

	Point d'extinction.	Grandeur de la déviation.
Biacétate de cinchonine (46 obs.) . .	+ 39°56′,5	+ 48°22′,1
Bichlorhydrate de cinchonine (20 obs.)	+ 50°16′,2	+ 58°41′,8
	Différence . . .	10°19′,7

Le sixième de cette dernière différence est 1°43′,3, c'est-à-dire 0°13′,3 de plus que ce qu'avaient donné les solutions avec 1 gramme de cinchonine. Cet écart indiquait que les déterminations n'avaient pas atteint toute l'exactitude voulue.

Du bichlorhydrate de cinchonine (1 équiv.) et de l'acétate de soude (2 équiv.), tous les deux en solution, furent mêlés entre eux. Le point de départ, dans cette expérience, avait été 6 grammes de cinchonine. Il se forma un précipité, qui disparut seulement après que j'eus étendu avec de l'eau jusqu'à 200 cc., puis secoué pendant longtemps. Cette solution, quatre fois plus étendue que celle des dernières expériences relatées, donna comme moyenne de 24 observations:

Point d'extinction. . . . . + 4°20',6
Grandeur de la déviation + 12°46',2.

D'après les expériences précédentes, si toute la cinchonine existait à l'état de biacétate de cinchonine, la déviation devrait s'élever à + 12°5',5, et si toute la cinchonine existait à l'état de bichlorhydrate de cinchonine, à 14°40',4. La différence relativement petite entre 12°5',5 et la valeur observée 12°46',2 montre que dans le mélange la cinchonine se trouvait ou bien en entier, ou bien en très grande partie, à l'état de biacétate de cinchonine. Dans le premier cas, la différence en question devrait être attribuée à ce que les déterminations et les observations qui pouvaient avoir de l'influence sur le résultat trouvé n'ont pas eu toutes un degré suffisant d'exactitude.

J'essayai d'obtenir une solution encore plus concentrée, qui contînt les deux sels en mélange. J'opérai sur 3 grammes de cinchonine, réunis les solutions de bichlorhydrate de cinchonine et d'acétate de soude, et ajoutai de l'eau jusqu'à ce que le volume fût de 50 cc. Très peu de temps après le mélange des deux solutions, une forte cristallisation fut observée. Chauffé au bain-marie jusque vers 55° C., le liquide redevint limpide, le précipité s'étant redissous. Le matras dans lequel le mélange se trouvait fut alors abandonné au refroidissement et au repos. A la température ordinaire, après un temps considérable, la solution resta parfaitement limpide. Mais dès qu'on déboucha le matras, la cristallisation s'y produisit de nouveau instantanément. On avait donc affaire ici à un cas de sursaturation.

La même expérience fut encore répétée, mais cette fois en

introduisant 6 grammes de cinchonine dans le même volume de 50 cc. Comme ci-dessus, une cristallisation s'opéra au sein du mélange. A la température d'environ 77° C. le précipité était entièrement redissous. Je laissai le liquide se refroidir, et vers 55° C. la cristallisation se manifesta de nouveau.

Pour augmenter la différence entre la déviation produite par le biacétate de cinchonine et celle due au bichlorhydrate de cinchonine, et obtenir ainsi des déterminations plus exactes et des résultats plus certains, je remplaçai le tube de verre long de 0,2 m. par un autre, qui avait une longueur de 1,464 m.

Comme dans ces nouvelles expériences je devais employer d'autre acide acétique et d'autre acide chlorhydrique que dans les premières, j'eus de nouveau à déterminer la concentration de mes deux acides. De l'acide acétique je pris quatre portions, que j'étendis de 2, de 5, de 11 et de 19 parties d'eau. Pour neutraliser, au moyen de ces liquides, 5 cc. de la solution normale de carbonate de soude, colorée légèrement en bleu par le tournesol, il fallut en employer respectivement: 2,8 cc., 5,6 cc., 11,15 cc. et 18,56 cc. De là on pouvait déduire que 1000 cc. de l'acide acétique contenaient 323 grammes de $C^2 H^4 O^2$.

La force de l'acide chlorhydrique fut déterminée de la même manière. Deux portions de cet acide ayant été étendues de 9 et de 19 parties d'eau, il fallut en prendre, pour neutraliser 5 cc. de la solution normale: 11,75 cc. et 23,55 cc. Cela donne pour la richesse de l'acide chlorhydrique: 155 gr. H Cl dans 1000 cc. [1]).

---

[1]) L'estimation ci-dessus, savoir, que dans 1000 cc. de l'acide acétique il y avait 323 gr. $C^2 H^4 O^2$ et dans 1000 cc. de l'acide chlorhydrique 155 gr. H Cl, pourrait paraître un peu trop élevée, si l'on effectuait le calcul avec les données du texte. De ces données, en effet, on pourrait déduire que 1000 cc. de l'acide acétique ne contenaient que 154,9842 gr. H Cl, et pour l'acide acétique on pourrait trouver une différence encore plus sensible. Nous ferons remarquer, toutefois, que lorsqu'on fait, pour déterminer le point de neutralisation, une série d'expériences dont les résultats ne concordent pas complétement, il ne convient pas d'attribuer à toutes une valuer égale. Ainsi, si l'on trouve successivement qu'une certaine quantité d'une base dissoute est neutralisée par 11,15, 11,2 et 11,18

Les quatre sels nécessaires pour mes expériences furent ensuite préparés de nouveau, en quantité suffisante, avec le plus grand soin.

Je procédai alors aux observations ayant pour objet la détermination du zéro et de la déviation occasionnée soit par chacun des deux sels de cinchonine isolément, soit par les mélanges indiqués. Une première série de plusieurs centaines d'observations ne sera pas mentionnée ici; je ne l'exécutai qu'à titre d'exercice personnel, pour me mettre en état d'atteindre une plus grande exactitude dans les observations suivantes. Je noterai seulement que les résultats de ces expériences préliminaires étaient en accord avec ceux des déterminations postérieures, que je vais communiquer.

Instruit par les expériences dont il a été question ci-dessus, p. 330—331, j'avais maintenant préparé toutes les solutions, qui devaient être étudiées dans le tube de verre, de telle sorte que dans un volume de 125 cc. il y eût toujours 4 grammes de cinchonine.

DÉTERMINATION DU ZÉRO.

I.			II.		
Point d'extinction:		Demi-somme	Point d'extinction:		Demi-somme
A droite:	A gauche:	ou moyenne:	A droite:	A gauche:	ou moyenne:
—5° 1′	—16°45′	—10°53′	—10°36	—11°30′	—11° 3′
—4 58	—17 4	—11 1	—10 30	—11 20	—10 55
—7 0	—16 5	—11 32,5	— 9 55	—11 57	—10 56
—6 10	—16 44	—11 27	— 8 34	—13 20	—10 57
—6 33	—17 5	—11 49	— 8 56	—13 20	—11 8
—5 10	—17 8	—11 9	— 7 55	—14 45	—11 20
—5 10	—16 18	—10 44	— 7 19	—14 15	—10 47
—4 12	—17 10	—10 41	— 8 20	—13 20	—10 50

cc. d'un acide, ce sera probablement le plus petit de ces nombres qui se rapprochera le plus de la vérité. En outre, la chance d'obtenir un résultat exact est d'autant plus grande que la dissolution avec laquelle on titre est plus étendue. En tenant compte de ces deux circonstances, nous croyons que les indications du texte sont suffisamment justifiées.

Point d'extinction: A droite:	A gauche:	Demi-somme ou moyenne:
—7° 10′	—16°20′	—11°45′
—5 14	—17 2	—11 8
—5 24	—17 36	—11 30
—5 50	—16 6	—10 58

Moyenne de 12 déterminations: —11°13′,1

Point d'extinction: A droite:	A gauche:	Demi-somme ou moyenne:
— 6°19′	—15°15′	—10°47′
— 6 1	—15 45	—10 53
— 7 4	—14 32	—10 48
— 7 30	—15 10	—11 20
— 7 44	—14 20	—11 2
— 7 54	—14 0	—10 57
— 6 20	—15 30	—10 55
— 6 4	—16 10	—11 7
— 3 36	—19 0	—11 18
— 6 55	—15 55	—11 25

Moyenne de 18 déterminations: —11°1′,6

III.

Point d'extinction: A droite:	A gauche:	Demi-somme ou moyenne:
—0°55′	—21°55′	—11°25′
—0 30	—21 0	—10 45
—1 40	—19 36	—10 38
—1 20	—20 20	—10 50
—3 30	—18 30	—11 0
—4 4	—17 50	—10 57
—3 18	—18 18	—10 48
—4 30	—18 16	—11 23
—3 35	—17 15	—10 25
—4 24	—18 20	—11 22

Moyenne de 10 déterminations: —10°57′,3

IV.

Point d'extinction: A droite:	A gauche:	Demi-somme ou moyenne:
—6° 18′	—15°36′	—10°57′
—7 50	—14 40	—11 15
—8 18	—13 20	—10 49
—8 35	—13 55	—11 15
—8 16	—14 0	—11 8
—8 35	—14 25	—11 30
—9 9	—13 35	—11 22
—8 24	—13 30	—10 57
—8 4	—14 6	—11 5

Moyenne de 9 déterminations: —11°8′,7

En tout 49 déterminations. La moyenne générale, qui fut maintenant adoptée pour le point zéro, est: —11°4′,8.

DÉTERMINATION DE LA DÉVIATION DU PLAN DE POLARISATION PAR UNE SOLUTION DE BIACÉTATE DE CINCHONINE.

Je préparai trois solutions de ce sel, qui toutes les trois furent soumises à l'examen.

Première solution.

I.

Point d'extinction: A gauche:	A droite:	Demi-somme ou moyenne;
+81° 10′	+91° 24′	+86° 17′
83 35	89 0	86 17,5
85 0	89 0	87 0
83 12	88 28	85 50
83 40	89 40	86 40
85 12	87 20	86 16
84 0	87 34	85 47

Moyenne de 7 déterminations: +86°18′,2

Température 19° C.

II.

Point d'extinction: A gauche:	A droite:	Demi-somme ou moyenne:
+80° 0′	+93° 0′	+86°30′
82 20	90 50	86 35
82 40	90 14	86 27
83 30	89 30	86 30
83 30	88 52	86 11
84 20	88 26	86 23
83 36	89 30	86 33
84 20	89 4	86 42
83 44	89 40	86 42
83 0	89 30	86 15

Moyenne de 10 déterminations: +86°28′,8

Température 19° C.

III.

Point d'extinction: A gauche:	A droite:	Demi-somme ou moyenne:
+76° 10′	+96° 10′	+86 10′
80 20	91 40	86 0
81 0	91 50	86 25
84 4	89 0	86 32
84 1	89 45	86 53
83 36	90 24	87 0
83 20	89 4	86 12
84 25	88 11	86 18

Moyenne de 8 déterminations: +86°26′,2

Température 19° C.

IV.

Point d'extinction: A gauche:	A droite:	Demi-somme ou moyenne:
+79° 50′	+92° 54′	+86° 22′
80 20	92 10	86 15
81 10	91 50	86 30
81 34	91 40	86 37
82 0	90 44	86 22

Moyenne de 5 déterminations: +86° 25′,2

Température 21° C.

En tout 30 déterminations, dont la moyenne est: +86° 25′,0

Le zéro était . . . . . —11° 4′,8

P. c. la déviation totale +97° 29′,8

Deuxième solution.

I.

Point d'extinction: A gauche:	A droite:	Demi-somme ou moyenne:
+84° 6′	+87° 30′	+85° 48′
85 10	87 20	86 15
84 58	86 36	85 47
85 24	86 58	86 11
84 0	87 20	85 40
84 40	87 10	85 55
85 0	87 30	86 15
83 40	89 4	86 22
82 20	89 40	86 0
82 15	89 45	86 0
84 8	87 44	85 56
84 20	88 6	86 13

Moyenne de 12 déterminations: +86° 1′,8

Température 22° C.

II.

Point d'extinction: A gauche:	A droite:	Demi-somme ou moyenne:
+81° 55	+90° 15′	+86° 5′
82 5	90 15	86 10
83 40	87 56	85 48
82 4	89 20	85 42
82 34	88 34	85 34
81 40	89 20	85 30

Moyenne de 6 déterminations: +85°48′,2

Température 23½° C.

III.

Point d'extinction: A gauche:	A droite:	Demi-somme ou moyenne:
+82° 20′	+90° 0′	+86° 10′
82 30	90 34	86 32
83 10	89 58	86 34
82 36	89 34	86 5
83 16	88 20	85 48
82 36	89 40	86 8

Moyenne de 6 déterminations: +86°12′,8

Température 20½° C.

IV.

Point d'extinction: A gauche:	A droite:	Demi-somme ou moyenne:
+80° 40′	+90° 16′	+85° 28′
82 1	90 57	86 29
81 56	90 4	86 0
82 7	91 5	86 36
81 0	90 42	85 51
82 0	89 4	85 32
82 28	89 18	85 53

Moyenne de 7 déterminations: +85°58′,4

Température 22° C.

En tout 31 déterminations, dont la moyenne est: +86° 0′,5

Le zéro était . . . . —11° 4′,8

Déviation totale. . . +97° 5′,3

Troisième solution.

I.

Point d'extinction: A gauche:	A droite:	Demi-somme ou moyenne:
+80° 7′	+91° 15′	+85° 41′
80 56	90 44	85 50
80 20	91 10	85 45
78 14	93 40	85 57
80 50	90 6	85 28
81 18	90 32	85 55
80 4	92 26	86 15
83 22	88 50	86 6
84 30	87 20	85 55
80 41	90 25	85 33
81 40	90 24	86 3

Moyenne de 11 déterminations:
+85°51′,6

Température 22½° C.

II.

Point d'extinction: A gauche;	A droite:	Demi-somme ou moyenne:
+83° 50′	+88° 10′	+86° 0′
83 16	89 16	86 16
83 0	88 40	85 50
83 30	89 26	86 28
84 8	88 6	86 7
82 41	89 25	86 3
83 10	89 10	86 10

Moyenne de 7 déterminations:
+86° 7′,7

Température 21° C.

En tout 18 déterminations, dont la moyenne est:
+85°57′,9

Zéro. . . . . —11° 4′,8

Déviation totale . . +97° 2′,7

DÉTERMINATION DE LA DÉVIATION DU PLAN DE POLARISATION PAR UNE SOLUTION DE BICHLORHYDRATE DE CINCHONINE.

Point d'extinction: A gauche:	A droite:	Demi-somme ou moyenne:
+103° 42′	+109° 16′	+106° 29′
105 0	108 16	106 38
103 42	110 20	107 1
103 20	109 52	106 36
103 29	108 45	106 7
102 55	110 5	106 30
102 20	110 20	106 20
104 59	108 3	106 31
104 26	108 10	106 18
105 0	108 18	106 39
104 12	108 28	106 20
106 6	107 16	106 41
104 54	108 26	106 40
103 58	109 16	106 37
104 16	108 0	106 8
103 44	109 32	106 38
103 45	110 25	107 5
103 46	109 12	106 29

Moyenne de 18 déterminations:

+106°32′,6

Zéro . . . . — 11° 4′,8

Déviation totale. . . . . +117°37′,4

Température 19° C.

DÉTERMINATION DE LA DÉVIATION DU PLAN DE POLARISATION PAR UN MÉLANGE DES SOLUTIONS DE BICHLORHYDRATE DE CINCHONINE (1 ÉQUIV.) ET D'ACÉTATE DE SOUDE (2 ÉQUIV.).

Je préparai deux mélanges, qui furent étudiés tous les deux.

Premier mélange.

I.

Point d'extinction: A gauche:	A droite:	Demi-somme ou moyenne:
+82° 10′	+88° 30′	+85° 20′
82 45	89 0	85 52,5
83 35	88 15	85 55
85 5	86 25	85 45
83 55	88 45	86 20
84 5	87 33	85 49
85 15	86 55	86 5
84 55	87 55	86 25
84 40	88 0	86 20
81 55	90 5	86 0
84 10	87 20	85 45
84 40	87 20	86 0

Moyenne de 12 déterminations: +85°58′,0

II.

Point d'extinction: A gauche:	A droite:	Demi-somme ou moyenne:
+83° 46′	+88° 20′	+ 86° 3′
82 40	90 0	86 20
83 0	87 46	85 23
83 5	89 5	86 5
82 50	88 40	85 45
82 15	88 9	85 12
83 15	86 45	85 0
84 5	86 55	85 30
83 40	88 0	85 50
83 5	87 50	85 27,5

Moyenne de 10 déterminations: +85°39′,5

III.

Point d'extinction: A gauche:	A droite:	Demi-somme ou moyenne:
+81° 14′	+89° 58′	+85° 36′
81 50	89 32	85 41
81 20	89 56	85 38
80 37	91 5	85 51
81 10	89 34	85 22
80 40	90 10	85 25
80 30	90 0	85 15
80 50	90 50	85 50
81 0	89 54	85 27
80 20	91 0	85 40

Moyenne de 10 déterminations: +85°34′,5

Température 20° C.

IV.

Point d'extinction: A gauche:	A droite:	Demi-somme ou moyenne:
+83° 25′	+87° 25′	+85° 25′
81 26	89 46	85 36
80 0	90 40	85 20
79 55	91 5	85 30
82 25	88 55	85 40
82 0	89 30	85 45
81 30	90 20	85 55
80 5	90 55	85 30

Moyenne de 8 déterminations: +85°35′,1

Température 20° C.

En tout 40 déterminations, dont la moyenne est: +85°43′,0

Zéro . . . . —11° 4′,8

Déviation totale . . . +96°47′,8

Deuxième mélange.

I.

Point d'extinction: A gauche:	A droite:	Demi-somme ou moyenne:
+82°15′	+89°57′	+86° 6′
83 59	87 45	85 52
83 4	88 2	85 33
84 4	86 56	85 30
83 35	88 11	85 53
82 35	89 5	85 50

Moyenne de 6 déterminations: +85°47′,3

Température 19½° C.

II.

Point d'extinction: A gauche:	A droite:	Demi-somme ou moyenne:
+83°36′	+89°20′	+86°28′
82 30	88 30	85 30
83 16	89 40	86 28
83 7	87 57	85 32
83 10	89 0	86 5
82 0	90 30	86 15

Moyenne de 6 déterminations: +86° 3′,0

Température 20° C.

III.

Point d'extinction: A gauche:	A droite:	Demi-somme ou moyenne:
+81°55′	+90° 5′	+86° 0′
83 52	86 52	85 22
83 16	88 20	85 48
83 5	88 1	85 33
83 45	88 13	85 59
83 11	87 25	85 18

Moyenne de 6 déterminations: +85°40′,0

Température 21° C.

En tout 18 déterminations, dont la moyenne est: +85°50′,1

Zéro	—11° 4′,8
Déviation totale. . .	+96°54′,9

DÉTERMINATION DE LA DÉVIATION DU PLAN DE POLARISATION PAR UN MÉLANGE DES SOLUTIONS DE BIACÉTATE DE CINCHONINE (1 ÉQUIV.) ET DE CHLORURE DE SODIUM (2 ÉQUIV.).

I.

Point d'extinction: A gauche:	A droite:	Demi-somme ou moyenne:
+81°30′	+89°20′	+85°25′
81 5	90 39	85 52
81 25	88 55	85 10
81 55	89 45	85 50
82 40	89 32	86 6
83 0	89 28	86 14
84 0	87 40	85 50
83 5	87 35	85 20
83 0	87 20	85 10
83 35	87 41	85 38

Moyenne de 10 déterminations: +85°39′,5

Température 18° C.

II.

Point d'extinction: A gauche:	A droite:	Demi-somme ou moyenne:
+80°29′	+90° 5′	+85°17′
81 5	89 21	85 13
81 30	88 50	85 10
82 10	88 42	85 26
81 55	89 55	85 55
81 3	91 3	86 3
80 31	89 31	85 1
80 19	90 33	85 26

Moyenne de 8 déterminations: +85°26′,4

Température 21° C.

III.

Point d'extinction; A gauche:	A droite:	Demi-somme ou moyenne:
+80°20′	+90° 0′	+85°10′
81 6	89 50	85 28
80 38	90 34	85 36
81 15	89 3	85 9
79 20	90 50	85 5

Moyenne de 5 déterminations: +85°17′,6

Température 21° C.

IV.

Point d'extinction: A gauche:	A droite:	Demi-somme ou moyenne:
+79°55′	+90°45′	+85°20′
80 27	91 5	85 46
81 8	90 0	85 34
80 40	91 6	85 53
80 38	90 36	85 37
79 54	90 54	85 24
81 12	90 18	85 45
80 32	91 26	85 59

Moyenne de 8 déterminations: +85°39′,7

Température 19° C.

En tout 31 déterminations, dont la moyenne est: +85°32′,6

Zéro . . . . —11° 4′,8

Déviation totale. . . +96°37′,4 [1])

---

[1]) La circonstance que les différentes séries d'observations pour une même solution n'ont pas toujours donné des resultats absolument concordants paraît dépendre en partie de la différence des températures auxquelles les observations ont eu lieu. Une élévation de température devait nécessairement diminuer la densité de la solution et par conséquent aussi la grandeur de la déviation. C'est ce que confirment, dans la plupart des cas, les résultats de mon travail. Toutefois, les différences de température étaient en général trop faibles pour avoir, dans les conditions données, une grande influence, et en aucun cas elles ne pouvaient modifier le résultat final.

Le résultat de mes recherches est donc que les différentes solutions et les différents mélanges ont dévié le plan de polarisation de la manière suivante:

Biacétate de cinchonine:

première solution.	+ 97°29′,8
deuxième „	+ 97° 5′,3
troisième „	+ 97° 2′,7
Bichlorhydrate de cinchonine . . .	+117°37′,4
Bichlorhydrate de cinchonine avec acétate de soude:	
premier mélange	+ 96°47′,8
deuxième „	+ 96°54′,9
Biacétate de cinchon. avec chlor. de sod.	+ 96°37′,4

Ce résultat montre que lorsque la cinchonine se trouve dans une solution en présence de l'acide acétique, de l'acide chlorhydrique et de la soude, dans la proportion équivalente indiquée, le pouvoir rotatoire qu'elle exerce correspond à celui du biacétate de cinchonine, nullement à celui du bichlorhydrate de cinchonine.

On voit en outre qu'à l'état de solution un mélange de biacétate de cinchonine et de chlorure de sodium ne se distingue pas d'un mélange de bichlorhydrate de cinchonine et d'acétate de soude, lorsque les quantités de ces sels sont dans chaque cas équivalentes. Cela, d'ailleurs, est tout à fait conforme à ce qu'avaient trouvé la plupart des observateurs antérieurs qui se sont occupés de cette question.

S'il est permis de tirer du résultat obtenu une conséquence au sujet de la loi de Berthollet, cette conséquence est la suivante: le mélange qui réunit à l'état de solution, dans la proportion équivalente indiquée, les deux bases et les deux acides en question, contient seulement, — dans la limite d'exactitude que mes expériences comportent, — du biacétate de cinchonine et du chlorure de sodium, pas de bichlorhydrate de cinchonine ni, par

conséquent, d'acétate de soude; deux sels seulement, non quatre. La loi de Berthollet n'est donc pas confirmée par le résultat de mes recherches.

Toutefois, une preuve absolue de l'inexactitude de cette loi n'est pas fournie par ce qui précède. La possibilité existe, dans notre cas, que le bichlorhydrate de cinchonine et l'acétate de soude se trouvaient en quantité si minime que l'influence de leur présence échappait complétement à l'observation. Cela serait d'accord avec la conclusion que M. Méhay a cru pouvoir tirer, pour un autre cas, de ses recherches [1]). Mais alors on aurait aussi le droit de dire qu'on ne parviendra probablement jamais, par la voie de l'expérience, à trouver une preuve péremptoire contre la loi de Berthollet, supposé même que cette loi n'eût aucun fondement réel.

---

[1]) *Compt. rend.* LXVII (1868, II), p. 403.

MATÉRIAUX

POUR

LA FLORE MYCOLOGIQUE DE LA NÉERLANDE,

PAR

C. A. J. A. OUDEMANS.

II.

En 1867 j'ai donné dans les *Archives Néerlandaises* (t. II, p. 1—65) une première Notice sur les Champignons découverts dan les Pays-Bas postérieurement à la publication du *Prodromus Flora Batavae.* Depuis cette époque, j'ai continué à rassembler des maté riaux pour la future flore mycologique de notre pays, et aujourd'hui je crois le moment venu de faire connaître, dans le même Journal, les résultats les plus intéressants de mes recherches des six dernières années. Il est vrai que la plus grande partie de ce qui va suivre a déjà paru dans le *Nederl. Kruidk. Archief* (2e Sér,, 1re et 2e part., p. 164—184 et 252—267); mais, outre que ce Recueil, écrit en hollandais, n'est certainement pas aussi répandu que les *Archives Néerlandaises*, je crois rendre service à ceux qu'intéresse notre flore mycologique en réunissant en un seul tout les faits épars dans les deux Communications précitées. Je profiterai d'ailleurs de l'occasion pour étendre un peu ma liste, en y insérant quelques-unes de mes dernières trouvailles, restées inédites jusqu'ici, ainsi que les résultats des recherches de M. le Dr. Sprée (*Nederl. Kruidk. Archief*, V, p. 331—352).

I. SPORIFERA.

A. *HYMENOMYCETES.*

a. AGARICINI.

AGARICUS.

A. Leucospori.

I. *Amanita.*

1. Ag. lenticularis *Lasch* (Linnaea No. 18; *Fr.* Epicr. p. 10).— Dans la campagne d'Elswoud, près de Harlem; Oct. 1869. — F. W. van Eeden (Figuré dans la „Flora Batava", pl. 1100, livr. 218).

II. *Lepiota.*

2. Ag. rachodes *Vitt.* (Mang. p. 158, t. 20; *Fr.* Epicr. p. 13).— J'ai trouvé pour ce champignon, déjà mentionné antérieurement, une seconde localité, savoir le Vondelspark, à Amsterdam, où je l'ai maintenant déjà observé, en abondance, trois années de suite, au mois d'Octobre.

Il croît agrégé en touffes de 2—4 individus, plus rarement solitaire. La plupart des individus restent relativement petits, c'est-à-dire, ont un chapeau qui n'est pas plus grand qu'une pomme; quelques-uns seulement se développent d'une manière complète. C'est ainsi que j'ai trouvé deux échantillons dont le chapeau mesurait $2\frac{1}{2}$ décim. en diamètre et le stipe 2 décim. en hauteur. La chair du chapeau avait chez ces échantillons jusqu'à 3 centim. d'épaisseur, et les lamelles jusqu'à $2\frac{1}{2}$ centim. de largeur. Les écailles du chapeau, qui commençaient à se montrer à une distance de $2\frac{1}{2}$ centim. du sommet du stipe et qui se trouvaient distribuées en cercles, étaient d'un brun foncé à leur bord antérieur et toutes un peu détachées de la chair blanche. Les lamelles, entièrement libres par rapport au stipe, étaient très ventrues, d'abord blanches, ensuite jaunâtres. Le stipe portait, à une distance de 4 centim. du sommet, un anneau à demi réfléchi, large de 1 centim., auquel on distinguait une moitié inférieure membraneuse et une moitié supérieure spongieuse et blanche. Cet anneau n'était

toutefois pas double, comme dans l'*Ag. procerus*, mais simple. Le stipe se composait d'une couche périphérique brune, charnue, de 4—5 millim. d'épaisseur, et d'un tissu médullaire blanc, délicat, paraissant comme formé de fils arachnoïdes. A l'extérieur le stipe était, surtout vers le bas, d'un brun sale; au-dessus de l'anneau, toutefois, il était blanchâtre. La base du stipe est renflée-globuleuse.

3. Ag. polystictus *Berk.* (Outl. p. 95, *Cooke* Brit. Fung. p. 17). — Dans un lieu sablonneux, parmi l'herbe, le long de la route entre Eemnes et Baarn, un peu au-delà de la barrière Groeneveld, à droite; août 1872. — OUDEMANS.

Inodore, charnu; épiderme du chapeau entier ou rompu en écailles; stipe atténué vers le bas, rempli à l'intérieur de fils cotonneux, écailleux au-dessous de l'anneau fugace, luisant-soyeux au-dessus; lamelles rapprochées entre elles, ventrues, arrondies en avant et en arrière, libres, blanches avec un reflet jaune pâle.

L'anneau reste en grande partie attaché au bord du chapeau. Chez les échantillons récoltés par moi, le chapeau était légèrement convexe, mais toujours renflé au centre en un mamelon large et obtus. Le diamètre du chapeau, de même que la longueur du stipe, était de 7 centim. chez les plus grands individus.

La couleur du chapeau est le brun-roussâtre pâle.

4. Ag. granulosus *Fr.* (Epicr. p. 17). *b.* ferrugineus. Dans les bois à essences mêlées, parmi la mousse. Oct. Boekhorst, près de Lochem. — SPRÉE (*Nederl. kruidk. Archief*, V, p. 331).

III. *Tricholoma.*

5. Ag. portentosus *Fr.* (Epicr. p. 26). — Dans les bois de Pins. Boekhorst près de Lochem. — SPRÉE (ibid).

6. Ag. Russula. *Schaeff.* (t. 58; *Fr.* Epicr. p. 30). — Dans un bois de Pins. Boekhorst près de Lochem. — SPRÉE (ibid.).

IV. *Collybia.*

7. Ag. confluens *P.* (Syn. p. 368; Ic. et Descr. t. 5, f. 1 et 2; *Fr.* Epicr. p. 88). — Dans le Haarlemmerhout et dans le

bois de Vogelenzang. Sept. 1867 et Oct. 1868. — F. W. VAN EEDEN („Flora Batava", livr. 215, pl. 1085).

8. Ag. conigenus *P.* (Syn. p. 388; *Fr.* Epicr. p. 89). — Sur des cônes de Pin. Velhorst près de Lochem. Oct. — SPRÉE (*Nederl. kruidk. Archief*, V, p. 332).

V. *Mycena.*

9. Ag. luteo-albus *Bolt.* (t. 38, f. 2; *Fr.* Epicr. p. 103). — Sur la mousse et sur les feuilles à demi pourries des Pins. Velhorst près de Lochem. Oct. — SPRÉE (ibid.).

10. Ag. cohaerens *A. S.* (Consp. p. 163; *Fr.* Epicr. p. 105). — Sur les feuilles en décomposition dans les bois. Boekhorst près de Lochem. Sept. — SPRÉE (ibid.).

11. Ag. vulgaris *P.* (Syn. p. 394; Ic. pict. t. XIII, f. 3; *Fr.* Epicr. p. 116). — Sur les feuilles à demi pourries des Pins, parmi la mousse. Velhorst près de Lochem. Oct. — SPRÉE (ibid.).

12. Ag. citrinellus *P.* (Ic. Descr. t. 11, f. 3; *Fr.* Epicr. p. 116). — Sur les feuilles et les brindilles des Pins, parmi la mousse. Veenwouden. Oct. — SPRÉE (ibid.).

VI. *Omphalia.*

13. Ag. scyphoides *Fr.* (Epicr. p. 122). — Au bord des chemins et des fossés. Boekhorst près de Lochem. Juill.—Sept. — SPRÉE (ibid.).

14. Ag. affricatus *Fr.* (Epicr. p. 123). — Dans un marais tourbeux près de Westbroek. Mai 1871. — OUDEMANS (*Ned. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 165.)

15. Ag. camptophyllus *Berk.* (Eng. Fl. V, p. 62; Outl. p. 133; *Cooke*, Brit. Fungi, I, p. 81). — Sur les feuilles à demi pourries des Pins dans la bruyère entre Eemnes et Soestdijk. Août 1873. — OUDEMANS.

16. Ag. gracillimus *Weinm.* (Ross. p. 121; *Fr.* Epicr. p. 128).— Au pied des arbustes, parmi la mousse, dans le Jardin botanique d'Amsterdam. Juin. 1871. — OUDEMANS.

17. Ag. polyadelphus *Lasch.* (Linn. No. 208; *Fr.* Epicr. p. 128). — Sur les feuilles en décomposition. Veenwouden. — SPRÉE (*Nederl. kruidk. Archief*, V, p. 332).

B. **Hyporrhodei.**

VII. *Eccilia.*

18. Ag. atrides *Lasch* (Linn. No. 560; *Fr.* Epicr. p. 159). — Dans les dunes maritimes près de Oostvoorne. 11 Sept. 1871. — Oudemans. (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 165).

C. **Dermini.**

VIII. *Pholiota.*

19. Ag. radicosus *Bull.* (t. 160; *Fr.* Epicr. p. 163). — Au pied d'un Aune. Boekhorst près de Lochem. Oct. — Sprée (*Nederl. kruidk. Archief*, V, p. 332).

IX. *Hebeloma.*

20. Ag. maritimus *Fr.* (Epicr. p. 172). — Dunes maritimes près de Oostvoorne. Sept. 1871. — Oudemans (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 165).

21. Ag. auricomus *Batsch* (t. 21; *Fr.* Epicr. p. 175.) — Dunes maritimes près de Oostvoorne. Sept. 1871. — Oudemans (ibid.).

22. Ag. versipellis *Fr.* (Epicr. p. 179). — Sur les pelouses du Jardin botanique d'Amsterdam. 11 Oct. 1871. — Oudemans (ibid.)

X. *Flammula.*

23. Ag. lentus *P.* (Syn. p. 287; *Fr.* Epicr. p. 184). Au milieu d'un amas de Marasmius Rotula, sous un Lilas. Zuidhoek près de Naaldwijk. — Van der Trappen. Sept. 1871.

CORTINARIUS.

24. C. (Myxacium) collinitus *Fr.* (Epicr. p. 274.) — Dans les bois de Sapins. Boekhorst près de Lochem. Sept. — Sprée (*Nederl. kruidk. Archief*, V, p. 333).

RUSSULA.

25. R. virescens *Schaeff.* (t. 94 excl. f. 1; *Fr.* Epicr. p. 355). Au bord d'un chemin, sous des Hêtres. Boekhorst près de Lochem. Automne. — Sprée (ibid.)

CANTHARELLUS.

26. C. tubaeformis *Fr.* (Epicr. p. 366), — Sur la terre dans les endroits ombragés. Boekhorst près de Lochem. Sept. — Sprée (ibid.).

NYCTALIS.

27. N. asterophora *Fr.* (Epicr. p. 371). — Sur des individus à demi pourris d'une Russule. Veenwouden et Boekhorst près de Lochem. Automne. — Sprée (ibid.).

MARASMIUS,

28. M. graminum *Lib.* (Cr. Ard. No. 119; sub. Agarico; *Berk.* Outl. p. 222). — Sur des feuilles à demi pourries de Phragmites communis. Veenwouden et Boekhorst près de Lochem. Automne. — Sprée (ibid. p. 334).

b. POLYPOREI.

POLYPORUS.

29. P. lucidus *Fr.* (Epicr. p. 442). — Sur le tronc d'un Aune dans le Beekbergerwoud, A°. 1870; et sur le tronc d'un Abricotier dans un jardin de Leyde, A°. 1871. — H. J. Kok Ankersmit et J. Kriest (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 252 et „Flora Batava", 220e livr., pl. 1110).

L'échantillon du Beekbergerwoud, aujourd'hui en ma possession, a la forme d'une ellipse transversale, avec un grand axe de 15½ et un petit axe de 13 centim.; son stipe a une longueur de 9 centim., sur une épaisseur de 4 centim. à la partie la plus large. Le chapeau de l'échantillon de Leyde n'avait qu'un diamètre de 6 centim.

30. P. pallescens *Fr.* (Epicr. p. 462). — Sur un pieu près de Delft. — Dr. de Witt Hamer. 1871.

31. P. cryptarum *Fr.* (Epicr. p. 474). — Sur une habitation à Staalduin sous 's Gravezande; Août 1871. — Van der Trappen (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e Série, I, p. 165).

32. P. versicolor *Fr.* var. albus (Epicr. p. 478). — Sur des souches d'arbre en pourriture. Zuidhoek près de Naaldwijk; A°. 1872. — Van der Trappen (Ibid. 253).

33. P. vaporarius *Fr.* (Epicr. p. 487). — Sur les planches en bois de Pin ou de Sapin d'une décharge à sable, à Zuidhoek près de Naaldwijk; Oct. 1871. — Van der Trappen (Ibid. p. 165).

MERULIUS.

34. M. molluscus *Fr.* (Epicr. p. 501). — Sur du bois de Sapin à demi pourri, dans une bâche. Zuidhoek près de Naaldwijk; Déc. 1873. — Van der Trappen.

Déterminable seulement à l'état frais. Le champignon n'est uni que superficiellement au substratum et irrégulier de forme; à la face postérieure il est blanc, floconneux, çà et là ridé transversalement, à la face antérieure couleur de chair ou de safran; le bord se termine en filaments byssoïdes. A l'état frais les plis de l'hyménium sont très gonflés, fermes et trémelloïdes, mais en séchant ils s'affaissent fortement et laissent alors un réseau à larges mailles.

c. HYDNEI.

HYDNUM.

35. H. squamosum *Schaeff.* (t. 273; *Fr.* Epicr. p. 505 = H. foetidum *Secr.*). — Dans un bois près de l'auberge Groeneveld, à la barrière entre Eemnes et Soestdijk, spécialement dans l'allée dite Dommerlaan; Août 1872.

Reconnaissable aux grosses écailles en lesquelles se rompt le centre déprimé du chapeau, ainsi qu'à l'odeur pénétrante, analogue à celle du mélilot, que répandent les échantillons séchés.

36. H. subsquamosum *Batsch.* (f. 43; *Fr.* Epicr. p. 505). — Dans les bois de Pins près de Renkom; Oct. 1849. — Buse. (Sprée, in *Nederl. kruidk. Archief*, V, p. 334).

37. H. laevigatum *Swartz* (*Fr.* Epicr. p. 506). — Dans les bois de Pins. Renkom; Oct. 1849. Buse. — (Sprée, ibid.).

38. H. zonatum *Batsch* (f. 224, *Fr.* Epicr. p. 509). — Dans les lieux sablonneux, ombragés et boisés, près de Harlem; 5 Oct. 1870. — Oudemans (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 165).

39. H. graveolens *Delast.* (*Fr.* Epicr. p. 509). — Dans les bois de Pins près de Lochem (Hartsen, 1862) et dans le Brabant septentrional (H. de Vries, 1871; *Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 165).

Les échantillons de M. Hartsen avaient primitivement (*Liste provisoire des Fonges supérieurs des Pays-Bas*, Utrecht, 1864, p. 15) reçu à tort le nom de *H. cinereum*. Il suivrait de là que cette espèce, signalée seulement par M. Hartsen, devrait être rayée de la liste de nos Champignons indigènes. Mais comme j'ai trouvé, au mois d'août 1873, le vrai *H. cinereum* parmi le gazon au bord d'un étang dans l'Overbosch à Soestdijk, l'espèce peut continuer à figurer dans notre flore mycologique.

40. H. melaleucum *Fr.* (Epicr. p. 510). — Près de Harderwijk. Bondam, 1871 (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 165).

41. H. viride *Fr.* (Epicr. p. 517). — Sur du bois d'Aune en pourriture. Boekhorst près de Lochem; Oct. — Sprée (*Nederl. kruidk. Archief*, V, p. 334).

SISTOTREMA.

42. S. confluens *P.* (Syn. p. 551; *Fr.* Epicr. p. 520). — Sur une pelouse, à une place où se trouvait beaucoup de Trifolium repens à croissance basse. Zuidhoek près de Naaldwijk; Août 1870. — Van der Trappen.

43. S. carneum *Bon.* (Bot. Zeit. 1857, p. 237). — Zuidhoek près de Naaldwijk. Automne, 1870 („Flora Batava", livr. 217, pl. 1095).

M. van der Trappen m'a appris que lui-même avait rapporté au *S. confluens* les échantillons adressés à M. van Eeden, rédacteur de la „Flora Batava". Les échantillons que j'ai reçus, et qui provenaient de Zuidhoek, appartenaient aussi exclusivement à cette espèce.

PHLEBIA.

44. P. vaga *Fr.* (Epicr. p. 527). — A la surface de pilotis en bois de Pin, dont l'écorce était détruite par la pourriture. Amsterdam; Déc. 1871. — Oudemans (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 165).

d. AURICULARINI.

CRATERELLUS.

45. C. sinuosus *Fr.* (Epicr. p. 533). — Dans les bois mêlés. Boekhorst près de Lochem; Août—Oct. — SPRÉE (*Nederl. kruidk. Archief*, V, p. 335).

THELEPHORA.

46. T. palmata *Fr.* (Epicr. p. 537). — Dans le bois de Bloemendaal; hiver de 1839. BUSE. — SPRÉE (ibid.).
47. T. cristata *Fr.* (Epicr. p. 539). — Sur la mousse, les feuilles, le gazon, etc. Boekhorst près de Lochem; en automne. — SPRÉE (ibid.).

CORTICIUM.

48. C. cinnamomeum *Fr.* — Sur l'écorce de l'Aune. Boekhorst près de Lochem; Août. — (SPRÉE, ibid.).
49. C. Typhae *Fr.* (Epicr. p. 566). — Sur des Carex. Boekhorst près de Lochem; Août. — SPRÉE (ibid.).

CYPHELLA.

50. C. galeata *Fr.* (Epicr. p. 567). — Sur la mousse, dans la campagne d'Elswoud, près de Harlem; 10 Janv. 1869. — F. W. VAN EEDEN (*Nederl. kruidk. Archief*, V, p. 335).

e. CLAVARIEI.

CLAVARIA.

51. C. formosa *P.* (Ic. et Descr. t. 3, f. 6; *Fr.* Epicr. p. 574). — Dans les bois mêlés et dans les bois de Hêtres. Boekhorst prés de Lochem; Août—Sept. — SPRÉE (*Nederl. kruidk. Archief*, V, p. 335).
52. C. contorta *Fr.* (Epicr. p. 579). Sur des branches pourrissantes, à Zuidhoek près de Naaldwijk; 1871. — VAN DER TRAPPEN (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 166).
53. C. fistulosa *Fr.* (Epicr. p. 579). — Dans les jardins et les bois près de Veenwouden; automne. — SPRÉE (*Nederl. kruidk. Archief*, V, p. 336).

54. C. Klotzschii *Lasch* (in Rabenh. Herb. Myc. Cent. XVII, Suppl. f. 240). — Sur les feuilles du Chêne; automne. Veenwouden. — Sprée (ibid.).

TYPHULA.

55. T. phacorrhiza *Fr.* (Epicr. p. 585). — Dans les bois, sur les feuilles pourries. Automne. Veenwouden. — Sprée (ibid.).

PISTILLARIA.

56. P. quisquiliaris *Fr.* (Epicr. p. 587). — Sur des trognons de Chou à demi pourris, en société du Sclerotium Semen. Zuidhoek près de Naaldwijk. 1871. — Van der Trappen (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 166).

f. TREMELLINEI.

EXIDIA.

57. E. saccharina *Fr.* (Epicr. p. 591). — Sur un tronc de Sapin. Renkom. — Buse (Sprée in *Nederl. kruidk. Archief*, V, p. 336).

DACRYMYCES.

58. D. hyalinus *Lib.* (Cr. Ard. No. 333). — Sur les feuilles sèches des Pins. Boekhorst près de Lochem, Rhenen. — Sprée (ibid. p. 350).

59. D. nitidus *Lib.* (Cr. Ard. No. 235 sub. Agyrio) *Coemans* (Not. p. 22). — Sur les branches sèches du Rubus fruticosus. Boekhorst près de Lochem. — Sprée (ibid.).

HYMENULA.

59*. H. vulgaris *Fr.* (Epicr. p.). — Sur les tiges à demi pourries du Ricinus communis. Zuidhoek près de Naaldwijk, 1872. — Van der Trappen.

B. *GASTEROMYCETES.*

a. HYPOGEI.

SPLANCHNOMYCES.

60. S. Rabenhorstii *Cda.* (Ic. Fung. VI, p. 39, t. VIII, f. 73; Sprée in Rab. Fung. Eur. No. 570). — Dans les lieux sablonneux, boisés. Boekhorst près de Lochem. Eté et automne. — Sprée (*Nederl. kruidk. Archief*, V, p. 346).

b. TRICHOGASTRES.

GEASTER.

61. G. fornicatus *Fr.* (S. M. III, p. 12). — Dans la campagne d'Elswoud près de Harlem, sur un sol sablonneux, boisé; Mars 1864 (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 166); Schapeduinen près de Harlem, Déc. 1865. H. DE VRIES; campagne de Lindenheuvel près de Harlem, 5 Oct. 1870. — OUDEMANS.

62. G. striatus *D. C.* (Fl. Fr. II, p. 267; *Fr.* S. M. III, p. 13). — Sur le sable des dunes. Dunes intérieures entre Calantsoog et Huisduinen, Sept. 1870; H. DE VRIES. Dunes maritimes entre Rockanje et Oostvoorne, Sept. 1871. — OUDEMANS (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 166).

LYCOPERDON.

63. L. depressum *Bon.* (Bot. Zeit. 1857, p. 611). — Près de Doorn, dans les prés sablonneux. Août 1869. — OUDEMANS (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 166).

64. L. laxum *Bon.* (ibid. p. 614). — Dans les lieux sablonneux, près de Doorn. Août 1869. — OUDEMANS (ibid.).

65. L. aestivale *Bon.* (ibid. p. 630). — Dans les lieux sablonneux, près de Doorn. Août 1869. — OUDEMANS (ibid.).

66. L. serotinum *Bon.* (ibid. p. 631). — Dans les bois de Pins, près de Breda. Oct. 1865. — NAGELVOORT.

C'est par erreur que ce champignon a été mentionné dans le *Ned. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 166, sous le nom de L. autumnale *Bon.* et comme provenant de Doorn.

c. MYXOGASTRES.

LYCOGALA.

67. L. conicum *P.* (Syn. p. 159; *Fr.* S. M. p. 82). — Parmi la mousse et sur les souches d'arbre en pourriture. Boekhorst près de Lochem.— SPRÉE (*Nederl. kruidk. Archief*, V, pag. 347).

DIDERMA.

68. D. liceoides *Fr.* (S. M. III, p. 107). — Sur les feuilles vivantes du Chou. Boekhorst près de Lochem. Automne. — SPRÉE (ibid.).

LEOCARPUS.

69. L. stipitatus *Bull.* (Champ. p. 89, t. 380, f. 3 sub. Reticularia = Diderma stipit. *Fr.* S. M. III, p. 104). — Sur les branches mortes, les feuilles tombées, etc. Boekhorst près de Lochem. Oct. — Sprée (ibid.).

70. L. utricularis *Bull.* (Champ. p. 120, t. 417, f. 1 sub. Sphaerocarpo) *Bön.* (ibid. = Physarum utr. *Fr.* S. M. III, p. 139). — Sur les branches sèches du Hêtre. Boekhorst. Nov. — Sprée (ibid. p. 348).

CARCERINA.

71. C. valvata *Fr.* (S. V. S. p. 451 = Diderma S. M. III, p. 109). — Sur le bois et l'écorce de l'Aune. Boekhorst près de Lochem. — Sprée (ibid.).

DIDYMIUM.

72. D. Iridis *Ditmar* (in *Sturm*, Fungi, Heft 1, t. 7, sub. Cionio) *Fr.* (S. M. III, p. 120). — Sur les feuilles tombées. Boekhorst près de Lochem. Oct. — Sprée (ibid.).

73. D. hemisphaericum *Bull.* (Champ. p. 93, t. 446, f. 1, sub. Reticularia) *Fr.* (S. M. III, p. 115). — Sur les branches mortes, les feuilles tombées, etc. Boekhorst près de Lochem. Oct. — Sprée (ibid.).

74. D. squamulosum *A. S.* (Consp. p. 88, t. 4, f. 5. sub. Didymio) *Fr.* (S. M. III, p. 118). — Sur les feuilles pourries. Zuidhoek près de Naaldwijk. 1871. — Van der Trappen (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, pag. 166).

75. D. lobatum *Nees.* (Syst. p. 112, f. 104; *Fr.* S. M. III, p. 123). — Sur la mousse, dans un bois de Pins entre Eemnes et Soestdijk. Août 1872 et 1873. — Oudemans.

Le plasmodium de cette espèce est de couleur jaune d'œuf.

PHYSARUM.

76. P. nutans *P.* (Syn. p. 203; *Fr.* S. M. III, p. 128), var. luteovirens. — Sur un tronc pourri. Boekhorst près de Lochem. — Sprée (ibid.).

77. P. aureum *P.* (Disp. meth. p. 8, t. 1, f. 6; *Fr.* S. M. III, pag. 129). — Sur les troncs pourris. Boekhorst près de Lochem. Juill. Sept. — SPRÉE (ibid.).

BADHAMIA.

Le Badhamia carnea, par moi indiqué comme espèce nouvelle et brièvement décrit dans le *Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 166, avait été mal déterminé, comme je l'ai reconnu plus tard; cette espèce doit donc être effacée.

CRATERIUM.

78. C. leucocephalum *P.* (in *Gmel.* Syst. Nat. Linn. 2 p. 1467 sub. Stemonitide; *Fr.* S. M. III, p. 153). — Sur les branches des Sapins et des Chênes. Boekhorst et Velhorst près de Lochem. Oct. — SPRÉE (ibid.). Figuré dans DITMAR (STURM, Pilze, Heft 1, t. 11).

STEMONITIS.

79. S. ferruginea *Ehrb.* (Sylv. Ber. p. 26, f. 6. A. B.; *Fr.* S. M. III, p. 158). — Sur un tronc de Pin à demi pourri. Près de la Grebbe. Août — SPRÉE (ibid. p. 349).

80. S. heterospora *Oud.* — Sur la tannée dans une bâche du Jardin botanique de Leyde. Mai, 1872. — SURINGAR (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 253).

Peridia caespitosa, dense aggregata, cylindrica, vulgo parum curvata, apice obtusa, sessilia vel breviter pedunculata, cum pedunculo capillari nigro 2—3 mill. alta. Substantia corticalis mox evanescens, quo tempore sporae dilute fuscae, parum violaceae, conspiciuntur. Hypothallus evanescens. Stylidium apicem peridiorum attingit, eique non raro adnatum est et cum eo persistit. Capillitium valde ramosum. Sporae globosae, laeves, minores cum mediocribus et majoribus mixtae, sub microscopio fuligineo-fuscescentes.

Diameter sporarum variat inter $\frac{7}{1000}$ et $\frac{20}{1000}$ millim.

Differt a *S. fusca* et *S. ferruginea* sporis laevibus nec reticulatis, porro statura et pedunculis minoribus, et a *S. typhoide*, quae etiam sporis laevibus gaudet, sporarum magnitudine

admodum variante. Sporae in *S. typhoide* $\frac{12}{1000}$ mill., in *S fusca* et *S. ferruginea* $\frac{7-8}{1000}$ mill. in diametro habent.

Plasmodium primitus album, postea flavum.

81. S. oblonga *Fr.* (S. M. III, p. 159). — Sur une tige à demi pourrie de Ricinus communis. Zuidhoek près de Naaldwijk. — Van der Trappen. Oct. 1872.

Individus distincts épars sur un hypothalle, qui semble manquer au premier abord, mais qu'il est pourtant facile de reconnaître à la loupe. Il se présente sous l'aspect d'une membrane jaunâtre, transparente. Le stipe du champignon naît d'une base renflée-globuleuse, a une forme subulée, est lisse, nu, grêle, rigide, haut d'environ 2 millim., noir et luisant. Le péridium est allongé, quelquefois globuleux, boursouflé, très fugace. La columelle traverse tout le péridium et se termine en un petit bouton proéminent. Les spores, de même que le capillitium, sont bruns avec une légère teinte de violet, lisses et d'un diamètre de $\frac{7-9}{1000}$ millim.

CRIBRARIA.

82. C. argillacea *P.* (in *Gmel.* Syst. Nat. Linn. 2, p. 1467, sub. Stemonitide; Syn. p. 193, sub. Cribraria). — Sur l'écorce du Bouleau. Boekhorst près de Lochem. Juill. — Sprée (*Nederl. kruidk. Archief*, V, p. 349).

83. C. vulgaris *Schrad.* (Nov. Gen. Pl. p. 6, t. 1, f. 5; *Fr.* S. M. III, p. 174). — Sur les souches pourries des Pins et dans les Saules creux. Boekhorst près de Lochem, Rhenen, la Grebbe. Juill. Août. — Sprée (ibid.).

TRICHIA.

84. T. pyriformis *Leers* (Herb. p. 288, sub. Mucore) *Hoffm.* (Veg. Crypt. 2, p. 1, t. 1, f. 1). — Sur le tronc carié d'un vieil Aune. Boekhorst près de Lochem. Juill. — Sprée (ibid.).

85. T. clavata *P.* (Obs. Myc. 2 p. 34), *b.* cerina *Wallr.* (Comp. p. 380; *Fr.* S. M. III, p. 186). — Sur le tronc carié d'un Bouleau. Boekhorst près de Lochem. — Sprée (ibid.). Figuré par Ditmar in *Sturm*, Fungi, Heft. I, t. 25.

d. NIDULARIACEI.

NIDULARIA.

86. N. confluens *Fr.* (S. V. S. p. 438). — Sur le côté d'un petit pont. Heelsum. Automne et hiver de 1848 et 1849. — Buse (Sprée, ibid. p. 346).

C. *CONIOMYCETES.*

a. SPHAERONEMEI.

LEPTOSTROMA.

87. L. herbarum *Lk.* (Handb. III, p. 345). — Sur les tiges de l'Euphorbia Lathyris et du Fritillaria persica. Zuidhoek près de Naaldwijk. — Van der Trappen. 1871. (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 167).
88. L. hysterioides *Fr.* (S. M. II, p. 600). — Sur les tiges de la Pivoine. Comme ci-dessus. — (ibid.)
89. L. Spiraeae *Fr.* (S. M. II, p. 599). — Sur les tiges du Spiraea Aruncus dans le jardin botanique d'Amsterdam. 1871. — Oudemans (ibid.).

PHOMA.

90. P. caulographum *Dur. Mont.* (Syll. p. 270). — Sur les tiges de l'Anthriscus sylvestris. Zuidhoek près de Naaldwijk. — Van der Trappen. 1871. (ibid.).
91. P. decorticans *de Not.* (Act. Turin. III, Dec. 2, f. 7). — Sur l'écorce pourrie du Concombre. Comme ci-dessus. (ibid.).
92. P. depressum *Berk.* (Ann. Nat. hist. No. 397). — Sur les branches mortes du Robinia Pseudacacia. Comme ci-dessus. (ibid.).
93. P. exiguum *Desm.* (Ann. Sc. nat. 3e S., XI, p. 282 et Pl. Cr. de Fr. 1e S., 1e Ed. No. 1869, 2e Ed. No. 1169). — Sur de la moëlle de Sureau. Comme ci-dessus. (ibid.).
94. P. cirratulum *Desm.* (Ann. Sc. Nat. 3e S., XVIII, p. 866 et Pl. Cr. de Fr. 2e S., No. 53.) — Sur les feuilles du Daphne Laureola. Comme ci-dessus. (ibid.).

95. P. nebulosum *Berk.* (Outl. p. 314; *Cooke*, Brit. Fung. p. 421). — Sur les tiges mortes de l'Allium magicum, dans le jardin botanique d'Amsterdam. 1871. — OUDEMANS (ibid.).

96. P. oblongum *Desm.* (Ann. Sc. nat. 3e S., XX, p. 218 et Pl. Cr. de Fr. 2e S. No. 60). — Sur les branches de l'Orme. Zuidhoek près de Naaldwijk. — VAN DER TRAPPEN. 1871 (ibid.).

97. P. petiolorum *Rob.* (Ann. Sc. nat. 3e S., VIII, p. 16 et Pl. Cr. de Fr. 1e S., 1e Ed. No. 1872, 2e Ed. No. 1472). — Sur les rameaux et les pétioles du Cytisus Laburnum. Comme ci-dessus. (ibid.).

98. P. Spiraeae *Desm.* (Pl. Cr. de Fr., 1e S., 1e Ed. No. 481, 2e Ed. No. 150). — Sur les tiges du Spiraea Aruncus, dans le Jardin botanique d'Amsterdam. 1871. — OUDEMANS (ibid.).

99. P. Vitis *Bon.* (Abhandl. p. 141). — Sur les tiges mortes du Vitis vinifera. Comme ci-dessus. (ibid.).

Outre ces espèces, j'en ai encore rencontré quelques autres sur des branches de Cornus alba, Salix sp., Populus dilatata, Fraxinus excelsior, Robinia viscosa, Tamarix gallica, Viburnum Lantana, Corylus Avellana, Quercus rubra, Sophora japonica, Amorpha Lewisii, Colutea media, Dactylis glomerata, Acer Negundo, Syringa vulgaris, Crataegus monogyna, Berberis vulgaris, Symphoricarpus racemosa, Lonicera tartarica. Bien que je n'aie pas trouvé ces formes décrites sur les plantes en question, je ne leur donne pas de noms, parce qu'elles rentrent peut-être dans d'autres espèces et que, d'ailleurs, les *Phoma* ne constituent qu'un état de passage.

SPHAEROPSIS.

100. S. mutica *B. Br.* (Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 2, V, No. 422*; *Cooke*, Brit. Fungi, p. 428). — Sur les branches du Sureau, en société du *Fusarium pyrochroum* DESM. Amsterdam. Mars 1872. — OUDEMANS. Pl. VIII, Fig. 1. (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 253).

101. S. Ralfsii *B. Br.* (Ann. Mag. of Nat. Hist., No. 419 et *Cooke* Brit. Fungi, p. 427). — Sur la face supérieure des feuilles du Hedera Helix; Amsterdam, Juill. 1872. — OUDEMANS.

Spores longues de $\frac{7}{1000}$ millim., larges de $\frac{2\frac{1}{2}}{1000}$ millim.

DIPLODIA.

102. D. Hederae *Desm.* (Ann. Sc. nat., 3e S., XI, 17e Not., No. 21). — Sur les feuilles du Hedera Helix. Zuidhoek près de Naaldwijk. — VAN DER TRAPPEN. 1871. (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 168).

103. D. herbarum *Lév.* (Ann. Sc. nat. A°. 1846, V, p. 292 = Sporocadus herbarum *Cda* in Icon. Fung. III, f. 637). — Sur les tiges sèches du Cochlearia anglica, en société du Pleospora herbarum et d'un Sphaeria. Amsterdam, Mai 1872. — OUDEMANS. Pl. VIII, f. 2 (ibid. p. 254).

104. D. Ilicis *Curr.* (Linn. Trans., XXII, No. 343 = Sphaeria Ilicis *Fr.* S. M. II, p. 501). — Sur les feuilles de l'Ilex Aquifolium. Zuidhoek près de Naaldwijk. — VAN DER TRAPPEN (ibid. p. 168).

105. D. Ilicicola *Desm.* (Ann. Sc. nat. A°. 1838, X, p. 311; Pl. Cr. de Fr. 1e S., 1e Ed. No. 988, 2e Ed. No. 288; BERKELEY in Ann. Mag. Nat. Hist., No. 206, tab. XI, f. 7). — Sur les branches de l'Ilex Aquifolium. Jardin botanique d'Amsterdam. Mars 1872.

Périthèces noir de charbon, immergés entre les couches du périderme, qu'ils finissent par rompre en montrant au dehors un col court et épais, percé au centre. Les spores, d'abord pédicellées, mais se détachant plus tard de leurs pédicelles, sont biloculaires, brunâtres avec une légère teinte vert olive, oblongues, elliptiques ou obovoïdes, longues de $\frac{17-27}{1000}$ millim., larges de $\frac{9}{1000}$ millim. Pl. IV, f. 1 (ibid. p. 168).

106. D. leguminis Cytisi *Lév.* (Ann. Sc. nat. 3e S., V [A°. 1846], p. 293 = Sphaeria leguminis Cytisi *Desm.* in Ann.

Sc. nat. 2e S., XIX. p. 358 et Pl. Cr. de Fr. 1e S., 1e Ed., No. 1292, 2e Ed. No. 792). — Sur les gousses desséchées du Colutea arborescens dans le jardin botanique d'Amsterdam. Janv. 1870. — OUDEMANS (ibid. p. 168).

107. D. Mamma *Fuckel.* (Symb. Myc. p. 394). — Périthèces noirs, naissant sous le périderme des rameaux, mais finissant par le percer et s'ouvrant alors en un pore. Les spores, fixées avant leur maturité complète sur des pédicelles courts et un peu gonflés, sont incolores, non septées, elliptiques ou ovoïdes, droites ou un peu courbes, longues de $\frac{23-25}{1000}$ millim., larges de $\frac{9-13}{1000}$ millim.

Sur les branches du Ligustrum vulgare. Zuidhoek près de Naaldwijk, A°. 1872. — VAN DER TRAPPEN. Pl. VIII, f. 3. (ibid. p. 254).

108. D. mutila *Fr.* (Summ. Veg. Sc. p. 417 = Sphaeria mutila *Fr.* in Syst. Myc. II, p. 424). — Les périthèces, qui émergent en groupes à travers les fentes de l'écorce, sont noirs, globuleux, ridés à leur partie supérieure proéminente, et finalement percés d'un pore. Les spores sont incolores, elliptiques ou oblongues, obtuses aux deux bouts, parfois un peu étranglées au milieu, tantôt uniloculaires, tantôt divisées en deux moitiés par une cloison horizontale, rarement pourvues d'un nucléus dans chaque moitié, longues de $\frac{20-25}{1000}$ millim., larges de $\frac{7-9}{1000}$ millim. — Mes échantillons ressemblaient parfaitement à ceux de DESMAZIÈRES, Pl. Cr. de Fr., 1e S., 1e Ed. No. 619 et 1880, 2e Ed. No. 1480. — Sur les branches du Fraxinus excelsior dans le jardin botanique d'Amsterdam. Nov. 1865. — Pl. VIII, fig. 4 (ibid. p. 254).

Précédemment (Arch. Néerl., II, p. 37), j'avais à tort nommé ce champignon D. Fraxini *Fr.*

HENDERSONIA.

109. H. Caricis *Oud.* (Ned. kruidk. Archief, 2e S., I, p. 255). — Perithecia sparsa, infra epidermidem nidulantia eamque apice, poro pertuso, perforantia, membranacea, fusca. Sporae achromae, fusiformes, utrinque acutatae vel obtusae, rectae vel parum curvatae, absque pedicelli vestigio in adultis, plerumque 5-septatae, sporulis vel nucleis in loculamentis omnino deficientibus, $\frac{25-50}{1000}$ millim. longae, $\frac{4-5}{1000}$ millim. latae.

Differt a Hendersonia elegante *Berk.* (Ann. Mag. Nat. Hist., S. I, VI, p. 430, cum tabula) absentia pedicellorum, septis sporarum 5 vel 6 neque 6—8, harumque loculamentis omnino nucleo carentibus. — Sur les feuilles du Carex muricata. Zuidhoek près de Naaldwijk, A°. 1871. VAN DER TRAPPEN. — Pl. VIII, Fig. 5.

110. H. mutabilis *B. Br.* (Ann. Mag. Nat. Hist., Ser. 2, V, No. 414). — Sur les branches d'un Platane dans le jardin botanique d'Amsterdam, 11 Mars 1872, en société du *Cytispora Platani* FUCKEL. — OUDEMANS (ibid. p. 255).

Les spores ont 3 cloisons horizontales et sont longues de $\frac{20}{1000}$ millim., larges de $\frac{8}{1000}$ millim. Pl. VIII, fig. 6.

111. H. Typhae *Oud.* (Nederl. kruidk. Archief, 2e S., I, p. 255; nullement H. Typhoidearum *Desm.* in Pl. Cr. de Fr. 1e S., 1e Ed. No. 1891, 2e Ed. No. 1491; 2e S. No. 65 et No. 762). — Sur les tiges du Typha angustifolia. Tourbières près d'Achttienhoven, Mai 1871, en société d'un *Phoma* et de *Sphaeria scirpicola.* — OUDEMANS.

Perithecia nigra, centro poro pertusa. Sporae e facie interiore peritheciorum prodeuntes erectae, fuscae, fusiformes, una extremitate obtusa, altera (inferiore) acutata, 6-loculares, $\frac{50}{1000}$ millim. longae, $\frac{7}{1000}$ millim. latae.

In exemplis *H. Typhoidearum* a DESMAZIERIO editis, hodie ad genus *Darluca* referendis, sporas inveni achromas,

utriuque obtusas, 3-septatas vel sporulis 3 repletas, $\frac{26}{1000}$ millim. longas, $\frac{4\frac{2}{3}-7}{1000}$ millim. latas. Pl. IX, Fig. 7.

112. H. lichenicola *Cda.* (Ic. Fung. III, p. 24, t. IV, f. 65). — Sur les branches du Rosa canina. Boekhorst près de Lochem. Nov. Sprée (*Nederl. kruidk. Archief*, V, p. 345).

N.B. Un nouvel examen m'a montré que le Champignon désigné à la page 37 du tome II de ces Archives sous le nom de *Hendersonia vagans* Awd. ne mérite pas ce nom, mais doit être rapporté au *Coryneum microstictum* B. Br. Les spores sont, il est vrai, les mêmes dans les deux plantes, mais chez les *Hendersonia* on les trouve renfermées dans un périthèce, ce qui n'est pas le cas chez les *Coryneum.*

VERMICULARIA.

Outre les espèces de ce genre indiquées dans le *Prodromus Florae Batavae*, j'en ai encore trouvé sur les feuilles de l'Elaeagnus hortensis (Zuidhoek, Van der Trappen), sur la tige de l'Atriplex hortensis (Zuidhoek, Van der Trappfn), sur les feuilles d'un Iris (Zuidhoek, Van der Trappen), sur la tige d'un Sylphium (jard. bot. d'Amsterdam, Oudemans). La plante trouvée sur l'Atriplex appartient au *V. Chenopodii* West. (5e Notice, p. 23), et celle sur le Sylphium au *V. Dematium* Fr. (S. M., II, p. 505, sub *Sphaeria*). Le champignon qui habitait sur les feuilles de l'Iris m'a paru identique au *V. Colchici* Fuckel (Symb. Myc., p. 374). Seul, le *V.* trouvé sur l'Elaeagnus m'a semblé n'être pas encore décrit. Mais il m'a été impossible de découvrir des spores sur mes échantillons, raison pour laquelle je m'abstiens de leur donner un nom.

Plus tard j'ai trouvé encore un *V.* sur les feuilles d'un Hemerocallis, et un autre sur les rameaux d'un Azalea (tous les deux de Zuidhoek, Van der Trappen).

Comme formes nouvelles pour la Néerlande je citerai ici les deux suivantes:

113. V. epixyla *Fr.* (Summa Veg. Sc. p. 420). — Sur le bois pourri. Zuidhoek près de Naaldwijk. — Van der Trappen (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 169).

114. V. graminicola *West.* (5e Not. p. 23). — Sur les feuilles du Poa trivialis. Comme ci-dessus (ibid.).

DISCOSIA.

115. D. strobilina *Lib.* (Pl. Ard. No. 346). — Sur les cônes du Pin. Boekhorst près de Lochem. — Sprée (*Nederl. kruidk. Archief*, V, p. 345).

PIGGOTIA.

116. P. atronitens *Oud.* (Nederl. kruidk. Archief, 2e S. I, p. 255.) — Sur les branches du Saule. — Bloemendaal près de Harlem, 21 Mai 1872. — Oudemans.

In superficie ramulorum juniorum maculae apparent irregulares, aterrimae, nitidae, quae sporulas minutissimas fovent. Hae sporae ad faciem internam peridermatis nigrefacti, locum perithecii partis dimidiae superioris tenentis, ope sterigmatorum filiformium affixae sunt, massam compactam albam in aqua diffluentem formantes. Perithecii pars dimidia inferior deest.

Affinis P. astroidea *B. Br.* (Ann. and Mag. Nat. Hist. No. 503, t. 5, f. 3), sed haec in foliis alneis vivis crescit et perithecia habet confluentia, tubercula stellato-aggregata formantia. Praeterea sporae in hac multo majores videntur quam in *P. atronitente.*

SEPTORIA.

117. S. Atriplicis *Fuckel* (Symb. Myc. p. 390). — Sur les feuilles de l'Atriplex patula. Rotterdam, Août 1870. (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S. I, p. 169).

118. S. castaneaecola *Desm.* (Ann. Sc. nat. 1847, VIII, p. 26; Pl. Cr. de Fr. 1e S., 1e Ed. No. 1732, 2e Ed. No. 1332). — Sur les feuilles du Castanea vulgaris. Beek près de Nymègue. Août 1869. — Oudemans (ibid).

Ce champignon est, selon toute apparence, une forme transitoire du *Sphaerella sparsa* ou bien du *Sphaerella maculaeformis*.

119. S. Ranunculi *West.* (5e Not. p. 34). — Sur les feuilles du *Ranunculus sceleratus*. Mai 1872. Amsterdam. — OUDEMANS. Publié par moi dans RABENHORST'S *Fungi Europaei*, sous le No. 1576. — Pl. IX, Fig. 8. (ibid. p. 256).

120. S. Rhamni *Oud.* (Nederl. kruidk. Archief, 2e S. I, p. 256). — Sur les feuilles du Rhamnus Frangula. Tourbières près d'Achttienhoven. Mai 1871. — OUDEMANS.

Maculae in foliis languescentibus flavescentibus rubro variegatis subrotundae, nigrescentes, area diu virescente circumdatae. Perithecia in pagina superiore folii in centro maculae nunc solitaria, tunc bina vel terna, exilissima, parum emergentia, poro apicali praedita. Sporae lineares, parum curvatae, achromae, continuae, $\frac{10-20}{1000}$ mill. longae, $\frac{1\frac{1}{6}}{1000}$ mill. latae, nonnumquam sub forma globuli albidi e poro perithecii egredientes. — An = *S. Rhamni cathartici* CES. quae mihi ignota? — *Phyllosticta Rhamni* WEST. non est. — Pl. IX, Fig. 9.

121. S. Heraclei *Desm.* (Pl. Cr. de Fr. 1e S., 1e Ed. No. 534). — Sur les feuilles de l'Heracleum Sphondylium, près de Heemstede, Juill. 1872. — OUDEMANS.

Spores incolores, transparentes, falciformes, obtuses aux deux extrémités, partagées par des cloisons horizontales en un grand nombre de logettes, dont chacune contient une vacuole. Longueur $\frac{40-60}{1000}$ millim., largeur $\frac{3-3\frac{1}{2}}{1000}$ millim. Périthèces noirs, à la face inférieure des feuilles, formant de petites taches discolores.

122. S. Polygonorum *Desm.* (Ann. Sc. nat. 1842; Pl. Cr. de Fr. 1e S., 1e Ed. No. 1172, 2e Ed. No. 671). — Sur les feuilles du Polygonum lapathifolium. Rotterdam, Août 1870. — OUDEMANS (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 169, sous *Ascochyta*).

123. S. calycina *Kickx* (Pl. Cr. des Fl., I, p. 246). — Sur le calyce du Dianthus. Zuidhoek près de Naaldwijk 1870. — VAN DER TRAPPEN.

124. S. Ribis *Lib.* (Cr. Ard. No. 53, sub. *Ascochyta*; *Desm.* in Pl. Cr. de Fr. 1e S., 1e Ed. No. 1179, 2e Ed. No. 679). — Sur les feuilles du Ribes rubrum. Zuidhoek près de Naaldwijk. — VAN DER TRAPPEN. Pl. IX, Fig. 10. (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 256).

125. S. Villarsiae *Desm.* (Pl. Cr. de Fr. 1e S., 1e Ed. No. 1173, 2e Ed. No. 673). — Sur les feuilles du Villarsia nymphaeoides. Wijk bij Duurstede, 1867. — OUDEMANS. Pl. IX, Fig. 11 (ibid.).

PHYLLOSTICTA.

126. P. destructiva *Desm.* (Ann. Sc. nat. A°. 1847, VIII) var. Fraxini *Desm.* (Pl. Cr. de Fr., 2e S., No. 681). — Sur les feuilles du Fraxinus juglandifolia. Zuidhoek près de Naaldwijk. — VAN DER TRAPPEN, 1872. (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S. I, p. 256).

127. P. destructiva *Desm.* var. Hederae *Dur.* et *Mont.* (sub. *Phyllosticta Hederaecola* in Pl. Alg. I, p. 611 et Sylloge, p. 279; *Desm.* in Ann. Sc. nat. A°. 1847, VIII et Pl. Cr. de Fr. 2e S., N°. 680).— Sur les feuilles du Hedera Helix. Amsterdam, 1872. — OUDEMANS (ibid. p. 257).

128. P. destructiva *Desm.* var. Lilacis *West.* (Sub. *P. Syringae* in Not. II, p. 23; *Desm.* Ann. Sc. nat. A°. 1847, VIII, et Pl. Cr. de Fr. 2e S., No. 682). — Sur les feuilles du Syringa vulgaris. Zuidhoek près de Naaldwijk. — VAN DER TRAPPEN, 1871. (ibid.).

129. P. populnea *Desm.* (Pl. Cr. de Fr. 2e S., No. 184 = Depazea frondicola *b.* Populicola *Fr.* S. M. II, pag. 529 = Depazea populina *Fuck.* Enum. Fung. Nass. p. 46, Symb. p. 381 et Fungi Rhen. No. 430). — Sur les feuilles du Populus dilatata. Amsterdam, 1872. — OUDEMANS (ibid.).

130. P. Sorbi *West.* Not. V, p. 26). — Sur les feuilles du Sorbus Aucuparia. Zuidhoek près de Naaldwijk, 1872. — VAN DER TRAPPEN.

131. P. vulgaris *Desm.* et *Rob.* (Ann. Sc. nat. 3e S., XI, p. 350, A°. 1849, *a.* Lonicerae *Desm.* (Pl. Cr. de Fr., 1e S., 1e Ed. No. 1859, 2e Ed. No. 1459). — Sur les feuilles du Lonicera Periclymenum. Zuidhoek près de Naaldwijk. — VAN DER TRAPPEN, 1872. (ibid.).

132. P. Thalictri *West.* (Not. V, p. 27). — Sur les feuilles du Thal. flavum. Rotterdam. Août 1870. — OUDEMANS.

DEPAZEA.

133. D. Meliloti *Lasch* (in KLOTZSCH *Herb. viv. mycol.* 1e Ed. No. 370). — Sur les feuilles d'une espèce de Melilotus. Nymègue. — ABELEVEN (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 169).

134. D. rhamnicola *Lasch* (in KLOTZSCH *Herb. viv. mycol.* 1e Ed., No. 567). — Sur les feuilles du Rhamnus Alaternus. Zuidhoek près de Naaldwijk. — VAN DER TRAPPEN. 1871 (ibid.).

135. D. Vincae *Fuckel* (Symb. Myc. p. 381). — Sur les feuilles du Vinca minor. Zuidhoek près de Naaldwijk. — VAN DER TRAPPEN. 1871. (ibid.).

DINEMASPORIUM.

136. D. graminum *Lév.* (Ann. Sc. nat. 1846, p. 274). — Dans une tige morte d'Arundo Donax. Zuidhoek près de Naaldwijk. — VAN DER TRAPPEN, 1871. (ibid.).

ASTEROMA.

137. A. vernicosum *Kalchbr.* (in RABH. *Fungi Europ.* No. 1274). Sur la tige morte du Spiraea Aruncus. Jardin botanique d'Amsterdam. 1870. — OUDEMANS (ibid.).

RABENHORSTIA.

138. R. rudis *Fr.* (Elenchus II, p. 98). — Sur les branches mortes du Cytisus Laburnum. Jardin botanique d'Amsterdam. 1870. — OUDEMANS. (ibid.).

Très-probablement la forme stylosporique du *Diaporthe rudis* Nke.

CYTISPORA.

139. C. Aquifolii *Fr.* (in Duby *Botan. Gall.* II, p. 725). — Sur les branches mortes de l'Ilex Aquifolium. Zuidhoek près de Naaldwijk. — Van der Trappen. 1870. — Jardin botanique d'Amsterdam.— Oudemans, 1872. (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 169 en 257).

140. C. atronitens *Chev.* (Flore des env. de Paris, I, p. 431). — Sur les branches mortes du Cornus alba. Comme ci-dessus (ibid., p. 169).

141. C. carbonacea *Fr.* (S. M. II, p. 544). — Sur les branches mortes de l'Ulmus campestris. Comme ci-dessus (ibid.).

142. C. carphosperma *Fr.* (S. M. II, p. 543). Sur les branches mortes du *Tilia europaea* et du *Pirus Malus.* Comme ci-dessus (ibid., p. 170).

143. C. leucomyxa *Rab.* (Krypt. Flora, p. 147). — Sur les branches mortes de l'Alnus glutinosa. Comme ci-dessus. (ibid.).

144. C. Platani *Fuck.* (Enum. Fung. Nass. No. 434; Symb. Myc. p. 398). — En société de *Hendersonia mutabilis.* Sur les branches mortes du Platane, dans le jardin botanique d'Amsterdam. Mars 1872. — Oudemans (ibid., p. 257).

145. C. rubescens *Fr.* (S. M. II, p. 542).— Sur les branches mortes de l'Amygdalus communis. Jardin botanique d'Amsterdam. Avril 1872. — Oudemans (ibid.).

DISCELLA.

146. D. carbonacea *B. Br.* (Ann. Mag. Nat. Hist., 2e S., V, p. 377, No 426, t. 12, fig. 8 d.) — Sur les branches du Saule. Amsterdam, 1872. — Oudemans (ibid.).

147. D. Desmazierii *B. Br.* (ibid. No. 427 et t. 12, f. 8 *a*). Sur des branches de Tilia europaea entrelacées sous forme de treillage. Dunes près de la Brielle. Sept. 1870. — Oudemans (ibid.).

148. D. platyspora *B. Br.* (ibid. No. 428). — Sur les branches d'un Platane. Jardin botanique d'Amsterdam. Avril 1872. — Oudemans (ibid., p. 257).

Spores longues de $\frac{14-15}{1000}$ millim., larges de $\frac{4-5}{1000}$ millim. Pl. IX, fig. 12.

b. MELANCONIEI.

MELANCONIUM.

149. M. apiocarpum *Lk.* (Spec. Pl. Fungi II, p. 90) var. Alni *Cda.* (Icon. Fung. II, pag. 3, tab. VIII, fig. 13). — Sur les branches mortes de l'Alnus glutinosa. Almelo, Juill. 1870. — Oudemans (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 170).

150. M. microsporum *Nees.* (Spreng. Syst. Veget. IV, p. 565). — Sur une écorce d'arbre. Rotterdam. Août 1870. — Oudemans (ibid.).

DIDYMOSPORIUM.

151. D. atrocoeruleum *Oud.* (Nederl. kruidk. Archief, 2e S., I, p. 170). — Sur les branches de l'Urostigma Neumanni Miq., dans le jardin botanique d'Amsterdam. 1865.

Acervuli primo subcorticales, deinde erumpentes, atrocoerulei. Fungus junior e stromate lacunoso-filamentoso constitutus, e quo assurgunt fila longa hyalina, quae singula apice suo spora unica terminantur. Sporae primitus hyalinae, decolores, uniloculares, utplurimum ovales; maturae opacae, atrocoeruleae vel fuligineae, 1-septatae, ovales vel obovatae, nonnumquam basi contractae, pedicellatae. Longit. sporarum $\frac{25-30}{1000}$ millim., latit. earum $\frac{12-15}{1000}$ millim. Pl. IV, fig. 2.

CORYNEUM.

152. C. disciforme *Kze* et *Schm.* (Myc. Hefte, I, p. 76). — Sur une branche de Tilleul, dans le jardin botanique d'Amsterdam. Avril 1872. — Oudemans.

Spores claviformes, 5—7-loculaires, longues de $\frac{50-60}{1000}$ millim. sans le pédicelle, larges de $\frac{14}{1000}$ millim., brunâtres. Pédicelle incolore, deux fois aussi long que la spore, ordinairement continu, quelquefois uniseptré; paraphyses nombreuses. Les figures de ce champignon données par Kunze et par Bonorden ne me paraissant pas très exactes, je l'ai représenté à nouveau. Pl. IX, fig. 13 (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 258).

153. C. microstictum *B. Br.* (Ann. and Mag. Nat. Hist., Ser. 2, V, No. 451). — Sur les branches des *Rosa* et des *Rubus*. Amsterdam et Naaldwijk. Oudemans et van der Trappen.

Cette espèce est sans aucun doute le *Seimatosporium Rosae* Cda dans Sturm, *Deutschl. Flora*, *Pilze*, III, f. 40, et devrait par conséquent, d'après les règles ordinaires de la nomenclature, porter le nom de Coryneum Rosae. Les pédicelles qui supportent les spores et par lesquels elles naissent du strome ont évidemment échappé à Corda, circonstance facile à expliquer, attendu que ces pédicelles, de consistance gélatineuse, gonflent rapidement dans l'eau et deviennent méconnaissables. — Rabenhorst (Krypt. Flora, p. 47), suivant, à ce qu'il paraît, l'exemple de Reichenbach, a nommé ce champignon *Sciniatosporium Rosae*. Tous ces noms doivent toutefois disparaître, vu que le genre *Coryneum* date de 1817 (Nees ab Esenbeck, *Syst. der Schwämme*, p. 34), et le genre *Seimatosporinm* de 1837 (Sturm *l. c.*)

Je note ici que les échantillons que j'avais reçus autrefois de Westendorp sous le nom de *Hendersonia sarmentorum* et ceux que Fuckel a donnés dans ses *Fungi Rhenani* avec l'indication *Hendersonia vagans* appartiennent les uns et les autres au *Coryneum microstictum*. — Les échantillons présentés par moi-même comme *Hendersonia vagans* (Matériaux etc., dans Arch. Néerl., II, p. 37) doivent également être rapportés à la présente espèce. On sait que les *Hen-*

dersonia ont un périthèce et que les *Coryneum* n'en ont pas, mais que les spores de ces deux genres offrent une assez grande analogie, ce qui fait qu'on est sans cesse exposé à commettre des erreurs de détermination lorsque, au lieu de coupes verticales du champignon, on étudie seulement des spores qu'on a détachées en râclant.

PESTALOZZIA.

154. P. lignicola *Cooke* (Brit. Fungi, p. 471). — Sur les souches de l'Aune. Zuidhoek près de Naaldwijk. Van der Trappen. — Près d'Utrecht. Bondam (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S, I, p. 171).

GLOEOSPORIUM.

155. G. curvatum *Oud.* (Nederl. kruidk. Archief, 2e S., I, p. 171). — Sur les feuilles du Ribes nigrum. Putten. — Bondam.

Maculas format fuscescentes in pagina inferiore foliorum Ribis nigri, e quibus prominent papillae parvulae sporas et mucilaginem continentes. Sporae primitus inclusae, tandem sub forma cirrhorum brevium crassorum alborum expelluntur et formam habent oblongam, fortiter curvatam sive falcatam. Utrinque obtusae sunt et intus vacuolis duobus praeditae; color deest. Longit. sporarum $\frac{14-20}{1000}$ millim., latit. earum $\frac{5-7}{1000}$ millim.

G. Ribis *Rabh.* (Fungi Europ. No. 1353) a nostra specie magnopere differt; item Septoria Ribis *Desm.* (Pl. Cr. de Fr., 1e S., 1e Ed. No. 1179, 2e Ed. No. 679).

156. G. Daphnes *Rob.* (Desm. Pl. Cr. de Fr. 1e S., 1e Ed. No. 1329, 2e Ed. No. 729, sub Septoria).

La description donnée de ce champignon par Desmazières est exacte, à cela près qu'il dit les spores continues, tandis qu'elles présentent une cloison horizontale près d'une de leurs extrémités. J'ai trouvé ces spores longues d'environ

$\frac{20}{1000}$ millim., larges de $\frac{4-5}{1000}$ millim. — Sur les feuilles du Daphne Mezereum. Zuidhoek près de Naaldwijk; VAN DER TRAPPEN, 1871 (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 258). — Pl. X, fig. 14.

157. G. Fagi *West.* (Not. VII, p. 12). — Sur les feuilles du Fagus sylvatica. Comme ci-dessus. Pl. X, fig. 15.

158. G. Lychnidis *Oud.* — Sur les feuilles du Lychnis diurna. Haarlemmerhout, Mai, 1872.

In maculis foliorum epiphyllis fuscescentibus oculo armato perspiciuntur punctulae sparsae minutissimae, disciformes, $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{5}$ millim. in diametro, centro dilutiores, fere achromae, margine saturatius coloratae. Microscopio adhibito patet, epidermidem ibi totam vel pro parte deficere, dum ipsae punctulae fungillum sistunt caespitosum, achromum, hyphis repentibus contextum, e quibus assurgunt rami sporiferi. Sporae dejectae clavatae, $\frac{25}{1000}$ millim. c^{a}. longae, $\frac{4-5}{1000}$. millim. latae, una extremitate rotundata, altera truncata.

159. G. Platani *Oud.* (Nederl. kruidk. Archief, 2e S., I, p. 258). — Sur les feuilles du Platanus occidentalis. Zuidhoek près de Naaldwijk; VAN DER TRAPPEN, 1872.

Sporae sporophoris brevissimis suffultae, multiformes (lanceolotae, oblongae, oblongo-lanceolatae, imo ovales vel obovatae), achromae, continuae, $\frac{14-20}{1000}$ millim. longae, $\frac{3-4}{1000}$ millim. latae. Inveniuntur in pagina inferiore foliorum, ubi in vesiculis hemisphaericis, centro poro pertusis, ab epidermide inflata formatis, continentur. Pl. X, Fig. 16.

160. G. Populi *Lib.* (sub *Leptothyrium* in Cr. Ard. No. 257), *Desm.* et *Mont.* (Ann. Sc. nat., 1849; Pl. Cr. de Fr. 1e S., 1e Ed. No. 2129, 2e Ed. No. 1729). — Sur les feuilles du Populus nigra. Août 1871, dans les dunes de la Brielle. — OUDEMANS (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 258).

Taches brunâtres sur les feuilles languissantes, devenant

confluentes et portant de très petites vésicules éparses, d'un jaune ochracé pâle, qui finissent par s'ouvrir en un pore central. Les spores qu'elles renferment sont claviformes, droites ou courbées, hyalines, incolores et remplies tantôt d'un plasma homogène, tantôt d'un plasma dans lequel on distingue 1—4 vacuoles. Dans la plupart des spores intactes j'ai vu une cloison, qui séparait la spore de son pédicelle. Les spores ont, en y comprenant le pédicelle, une longueur de $\frac{20-25}{1000}$ millim., et une largeur de $\frac{7-8}{1000}$ millim. Desmazières avait à tort estimé la largeur des spores à $\frac{1}{20}$ millim. — Pl. X, fig. 17.

161. G. Potentillae *Desm.* et *Oud.* (Nederl. kruidk. Archief, 2e S., I, p. 259).— A la face supérieure des feuilles encore vertes de Potentilla reptans se forment des taches noires de grandeur inégale, sur lesquelles s'élèvent en saillie de petites papilles noires, hémisphériques, ridées. Chacune de ces papilles, consistant en une petite portion d'épiderme boursouflée et noircie, finit par s'ouvrir irrégulièrement au sommet, et laisse alors échapper d'innombrables spores. Ces spores mesurent $\frac{15-25}{1000}$ millim. en longueur, sur $\frac{5-7}{1000}$ millim. en largeur; elles sont biloculaires et se composent d'un article supérieur, plus large et prolongé latéralement en bec, et d'un article inférieur plus étroit, l'un et l'autre incolores et, dans la limite de mes observations, sans vacuoles ou autre contenu granuleux.

La première mention de ce champignon a été faite par Desmazières dans les Ann. des Sc. nat., 3e S., VIII, p. 31, A°. 1847, mais sous le nom de *Phyllosticta Potentillae* (voir aussi les Pl. Cr. de Fr. du même auteur, 1e S., 1e Ed., No. 1631, 2e Ed., No. 1231). Plus tard il fut nommé par Desmazières *Leptothyrium Dryadearum* (Ann. Sc. nat., 3e S., XI, p. 277, A°. 1849), à tort toutefois, car le pseudopérithèce ne s'ouvre pas à la base par une section circulaire, mais se fend au sommet. Après que

MONTAGNE eut créé le genre *Glocosporium*, DESMAZIÈRES changea encore une fois le nom de notre champignon, en le faisant entrer dans cette nouvelle coupe (voir l'étiquette qui accompagne le No. 2128 [*Gloeosporium Mougeotii*] dans les Pl. Cr. de Fr., 1e S., 1e Ed.).

Le champignon auquel RABENHORST, dans ses Fungi Europaei (No. 1264), a attaché la désignation de *Phyllosticta Potentillae* DESM. porte ce nom à tort; du moins, dans notre exemplaire de cet ouvrage, nous n'avons trouvé sur les feuilles du Potentilla rien que des taches avec touffes de *Cylindrospora major* UNG.

Le champignon publié par FUCKEL sous le No. 502 de ses Fungi Rhenani, et nommé en cet endroit, de même que dans ses Symb. Mycol., p. 96, *Septoria Potentillarum* FUCKEL, n'est pas un Septoria, mais ressemble sous tous les rapports au *Glocosporium Potentillae*. — Pl. X, fig. 18.

162. G. Robergei *Desm.* (Ann. Sc. nat., 3e S., XX, p. 214 et Pl. Cr. de Fr. 2e S., No. 3). — Sur les feuilles du Carpinus Betulus. Zuidhoek près de Naaldwijk, 1871; VAN DER TRAPPEN (ibid.). — Pl. X, Fig. 19.

163. G. Tiliae *Oud.* (Nederl. kruidk. Archief, 2e S., I, p. 260). — Sur les feuilles du Tilia parvifolia. — Comme ci-dessus.

Papillae minutissimae, fuscae, tandem apice rumpentes. Sporae ovali-oblongae, utrinque acutatae vel obtusatae, hyalinae, achromae, continuae, $\frac{9-14}{1000}$ millim. longae, $\frac{3-4}{1000}$ millim. latae. — Pl. X, Fig. 20.

c. TORULACEI.

TORULA.

164. T. expansa *P.* (Myc. Eur. I, p. 22). — Dans une tige morte de Mauve. Zuidhoek près de Naaldwijk. — VAN DER TRAPPEN (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 172).

165. T. laxa *Rabh.* (Krypt. Fl. p. 34). — Dans une tige morte de Dahlia. Comme ci-dessus. (ibid.).

166. T. ovalispora *Berk.* (Eng. Fl. V, p. 359). — Sur les rameaux morts du Pêcher. Comme ci-dessus. (ibid.).

167. T. pulveracea *Cda.* (Icon. Fung., II. p. 8, Tab. 9, fig. 38). — Sur le bois de l'Aune et du Frêne. Comme ci-dessus. (ibid.).

168. T. stilbospora *Cda.* (Sturm, III, Tab. 46). — Sur les rameaux morts du Peuplier. Boekhorst près de Lochem. Mars. — Sprée (*Nederl. kruidk. Archief*, V, p. 352).

CONOPLEA.

169. C. hispidula *P.* (Syn. p. 235). — Sur les feuilles du Phalaris arundinacea. Zuidhoek près de Naaldwijk. Van der Trappen, 1871 (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 172).

SPORIDESMIUM.

170. S. fuscum *Bon.* (Handb. p. 108). — Sur les sarments morts du Vitis vinifera. Amsterdam. — Oudemans (ibid.).

171. S. opacum *Cda.* (Ic. Fung. I, p. 7, Tab. 2, Fig. 115). — Sur les souches de l'Aune. Zuidhoek près de Naaldwijk. Van der Trappen (ibid.).

CONIOTHECIUM.

172. C. Chomatosporium *Cda.* (Ic. Fung. I, p. 2, Tab. 1, Fig. 22). — Sur les fruits desséchés du Rosier sauvage. Jardin botanique d'Amsterdam. — Oudemans, 1870 (ibid.).

173. C. Epidermidis *Cda.* (Ic. Fung. I, p. 2, Tab. I, Fig. 24). — Sur les branches du Betula alba. Amsterdam, 1872. — Oudemans.

PHRAGMIDIUM.

174. P. apiculatum *Rab.* (Krypt. Fl. p. 32). I. Fungus stylosporiferus (= Uredo Potentillarum *D. C.*, Fl. Fr. VI, p. 80). — Sur les feuilles du Potentilla verna. Weurt près de Nymègue. — Abeleven (ibid.).

TRIPHRAGMIUM.

175. T. Ulmariae *Lk.* (Spec. II, p. 84). I. Fungus stylosporiferus (= Uredo Ulmariae *Mart.* Fl. Mosq. p. 231). —

Sur les feuilles du Spiraea Ulmaria. Ubbergen. — ABELEVEN (ibid.).

PUCCINIA.

176. P. Moehringiae *Fl.* (Symb. Myc. p. 51; Fungi Rhen. No. 364 et 1934). III. Fungus teleutosporiferus (= P. Arenariae Serpyllifoliae *D. C.* Fl. Fr. VI, p. 55). — Sur les feuilles de l'Arenaria Serpyllifolia; Bloemendaal, OUDEMANS. Oosterhoutsch Bosch près de Nymègue, ABELEVEN (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 172 sous le No. 85).

Trouvé antérieurement sur le Moehringia trinervia (Prodr. Fl. Bat. p. 164, sub. Pucc. Stellariae RAB.).

177. P. Saginae KZE u. SCHM. (Exs. No. 221). III. Fungus teleutosporiferus. — Sur les feuilles et les tiges du Sagina procumbens. — Tourbières près d'Achttienhoven. Mai 1870. — OUDEMANS (ibid. p. 176).

178. P. Spergulae *D. C.* (Fl. Fr. II, p. 219). III. Fungus teleutosporiferus. — Sur les feuilles du Spergula arvensis. Nymègue. — ABELEVEN (ibid.).

179. P. Geranii *Cda.* (Ic. Fung. IV, p. 12; Tab. 4, Fig. 36). I. Fungus hymeniiferus (= Aecidium Geranii *D. C.* Fl. Fr. VI, p. 93). — Sur les feuilles du Geranium dissectum. Nymègue. — ABELEVEN (ibid. p. 173).

180. P. Nolitangeris *Cda.* (Ic. Fung. IV, p. 16, Tab. 5, Fig. 57). II. Fungus stylosporiferus (= Uredo Impatientis *Rab.*, Krypt. Fl. p. 35) et III. Fungus teleutosporiferus. Sur l'Impatiens Nolitangere. Ubbergen. — ABELEVEN (ibid. p. 176).

181. P. Heraclei *Grev.* (Scott. Cr. Fl. Tab. 42). I. Fungus hymeniiferus (= Aecidium Heraclei *Dozy* et *Molk.* in Tijdschr. voor Nat. Gesch. en Phys. XII, No. 1846); II. Fungus stylosporiferus (= Uredo Heraclei *Berk.* in Eng. Flora, V, p. 380 = Trichobasis Heraclei *Berk.* in Brit. Fungol. p. 332); III. Fungus teleutosporiferus.

En 1846, dans la 3e partie de leurs „Matériaux pour

la Flore cryptogamique des Pays-Bas (Tijds. voor Nat. Gesch. en Phys., XII), DOZY et MOLKENBOER décrivirent succinctement un nouvel Aecidium, sous le nom de Aec. Heraclei. Il avait été trouvé sur les feuilles de l'Heracleum Sphondylium, près de Bloemendaal, par M. VAN DER SANDE LACOSTE. Parmi les champignons, faisant partie de l'herbier de l'Association pour l'étude de la Flore Néerlandaise, qui avaient été envoyés jadis à WESTENDORP, pour qu'il en fît la détermination, l'Aecidium Heraclei ne figurait probablement pas; du moins aucun numéro ne lui fut attribué dans la partie mycologique du Prodromus Florae Batavae, et le souvenir n'en fut rappelé que par une courte note ajoutée par moi-même à la liste des Aecidia.

Au mois de Mai 1871, j'eus la satisfaction de rencontrer l'Aecidium Heraclei, que jusqu'alors je n'avais jamais vu, en assez grande abondance aux environs de Bloemendaal et d'Overveen, les mêmes localités où M. VAN DER SANDE LACOSTE avait récolté les premiers échantillons; j'y recueillis en même temps le Trichobasis Heraclei BERK., et plus tard (11 août) le Puccinia Heraclei GREV. En adoptant la nouvelle nomenclature, on peut donc dire aujourd'hui que non-seulement la forme hyméniifère du Puccinia Heraclei, mais aussi ses formes stylosporifère et teleutosporifère se développent successivement sur la plante nourricière dans notre pays.

Ce fait n'est pas dénué d'intérêt à un certain point de vue; car, à ma connaissance, le champignon en question n'avait encore été trouvé qu'en Angleterre, et même seulement dans les deux états de Trichobasis et de Puccinia, non dans celui d'Aecidium. On peut s'en convaincre en consultant le traité de COOKE: Handbook of British Fungi, A°. 1871. Dans les ouvrages de RABENHORST, l'Index mycologicus de H. HOFFMANN, les Symbolae mycologicae de FUCKEL, les ouvrages de WESTENDORP et de KICKX, les Brand- und Rostpilze de SCHRÖTER, on cherche en vain

le champignon de l'Héracleum, à quelque stade que ce soit.

Au premier coup d'œil, l'Aecidium Heraclei ressemble beaucoup à un Uredo, et cela parce qu'on rencontre ici, non, comme presque partout ailleurs, des cupules largement ouvertes et à bord crénelé, mais des vésicules qui, d'abord fermées, se fendent plus tard au sommet et se déchargent de leurs spores par un très petit pore arrondi, dépourvu de dents ou de crénelures. Aussi dois-je reconnaître n'avoir été convaincu qu'il s'agissait d'un Aecidium, qu'après avoir étudié la structure microscopique du champignon. Mais cette étude ne laissa place à aucun doute, car, au lieu de trouver un simple épiderme cachant des spores isolées ou réunies en fils, je reconnus sous l'épiderme, exactement comme cela doit être chez un Aecidium, une cupule formée de fils entrelacés excessivement fins, du fond de laquelle s'élevaient des chapelets verticaux de spores anguleuses. Sur le Carum Bulbocastanum et le Foeniculum vulgare j'ai rencontré également, dans la collection de Desmazières (Pl. Cr. de Fr., 1e S., 1e Ed., No. 1503 et 1504), une couple d'Aecidia dont les cupules n'avaient pas le bord crénelé, tout en étant plus largement ouvertes que celles de l'Heracleum, circonstance d'où je crois pouvoir inférer que les Ombellifères diffèrent un peu des autres plantes quant à la formation de leurs Aecidia.

Les cupules de l'Aecidium Heraclei apparaissent surtout sur les pétioles et les nervures, mais non sur le parenchyme. Les endroits attaqués présentent une couleur orange pâle, de même que les spores, qui sont presque globuleuses et ont un exosporium finement granuleux et un diamètre de $\frac{1}{40}$ millim.

Ainsi que l'indique déjà le nom de Trichobasis, donné par Berkeley aux stylospores du Puccinia Heraclei, celles-ci sont d'abord pédicellées, mais à l'état de maturité elles perdent leur pédicelle. Au lieu de naître sur le pétiole et les nervures, le Trichobasis Heraclei s'observe spécialement

sur le parenchyme de la feuille, où il forme de petits amas jaune de rouille, d'abord recouverts d'une pellicule (l'épiderme), qu'ils finissent par déchirer. Les spores sont ici ovales, obovoïdes ou piriformes, et ont, sans le pédicelle, un grand diamètre de $\frac{1}{40}$—$\frac{1}{32}$, et un petit de $\frac{1}{50}$ millim. Elles sont, comme les spores d'Aecidium, finement granuleuses à la surface, mais de couleur brun clair.

Les spores de Puccinia se voient à la fois sur le pétiole et les nervures et sur le parenchyme de la feuille. Elles sont noires, et constituent des amas très-allongés sur les pétioles, mais plus ou moins circulaires ailleurs. A l'état de maturité, chaque spore présente un pédicelle incolore, transparent, tres court, et se compose de deux moitiés presque égales, demi-ovoïdes, lisses et brunes. Abstraction faite du pédicelle, une pareille spore a environ $\frac{1}{30}$ — $\frac{1}{32}$ millim. en longueur et $\frac{1}{50}$ millim. en largeur.

Aussi longtemps qu'il n'est pas prouvé que les Puccinies, dans chacune de leurs trois générations alternantes, sont identiques chez toutes les Ombellifères, je crois qu'il ne convient pas de parler d'un Puccinia Umbelliferarum, mais qu'il faut conserver le nom de Puccinia Heraclei, donné à notre champignon par Greville. (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 173).

182. P. reticulata *de Bary*. (Schröter, die Brand- und Rostpilze Schlesiens, p. 14). II. Fungus stylosporiferus et III. F. teleutosporiferus. — Sur les feuilles de l'Anthriscus sylvestris. Près d'Overveen. — Oudemans (ibid. p. 176).

183. P. Galiorum *Lk.* (Sp. II, p. 76). I. Fungus hymeniiferus (= Aecidium Galii *P.*, Syn. p. 207). — Sur les feuilles du Galium Aparine; Amsterdam, Oudemans; II. F. stylosporiferus (= Uredo Galii *Rab.*, Krypt. Fl. p. 7). — Sur le Galium erectum. Amsterdam. — Oudemans (ibid. p. 173).

184. P. Centaureae *D. C.* (Fl. Fr. VI, p. 59). III. Fungus teleutosporiferus. — Sur les feuilles du Centaurea nigra. Près de Harderwijk. — Bondam (ibid. p. 172).

185. P. Chondrillae *Cda.* (Ic. Fung. IV, p. 15, Tab. 4, Fig. 46). I. F. hymeniiferus (= Aecidium Lactucae *Opiz.*, Sezn. p. III); II. F. stylosporiferus (= Uredo Cichoracearum *D. C.*, Fl. Fr. II, p. 229); III. F. teleutosporiferus. — Tous les trois sur les feuilles du Lactuca muralis. I près de Nymègue, ABELEVEN; II et III près de Doorn, OUDEMANS (ibid. p. 173).

186. P. Cirsii *Lasch* (in RABH. Fungi Eur. No. 89). II. F. stylosporiferus (= Uredo Cirsii *Lasch*; ibid. No. 90). — Sur les feuilles du Cirsium lanceolatum. Overveen. — OUDEMANS (ibid. p. 173).

187. P. Hypochoeridis *Oud.* (Nederl. kruidk. Archief, 2e S., I, p. 175). II. F. stylosporiferus et III. F. teleutosporiferus. — Sur les feuilles de l'Hypochoeris radicata. Dunes de Harlem. — OUDEMANS.

Habitat paginam *superiorem* foliorum radicalium. Sistit maculas nigras, area decolorata plerumque circumdatas, sparsas, non confluentes, variae magnitudinis. Teleutosporae breve pedicellatae, pedicello hyalino, obovatae, medio constrictae, loculamentis fere ejusdem magnitudinis, fuscis, laevibus.

188. P. Sonchi *Rob.* (Ann. Sc. nat. 3e S., XI, p. 274; DESMAZ. Pl. Cr. de Fr. 1e S., 1e Ed. No. 1831, 2e Ed. No. 1531). III. F. teleutosporiferus. — Sur les feuilles et les tiges du Sonchus arvensis. Amsterdam, Sept. 1871. — OUDEMANS.

Pustules noires, tantôt éparses et circulaires, tantôt confluentes, sèches, dures, jamais pulvérulentes, qui restent toujours couvertes par l'épiderme, et qui sont divisées en loges par des paraphyses bacillaires, serrées les unes contre les autres, d'un brun foncé, perpendiculaires à la face supérieure de la feuille. Les spores sont entassées sous l'épiderme dans les loges formées par les paraphyses, longuement stipitées, presque toutes 1-loculaires, tantôt ovoïdes, tantôt claviformes, oblongues, cunéiformes, etc., parfois munies au sommet ou près du sommet d'une saillie mamelonnée,

longues de $\frac{45-60}{1000}$ millim., larges de $\frac{20-25}{1000}$ millim., brunâtres. (Pl. XI, fig. 21).

Ce champignon a été publié par moi, dans les Fungi Europaei de RABENHORST, No. 1592, sous le nom de Uromyces Sonchi, par suite de la circonstance que dans mes échantillons j'avais trouvé presque exclusivement des spores 1-loculaires, et dans ceux de DESMAZIÈRES exclusivement des spores 2-loculaires. Je me range toutefois à l'opinion de M. MAGNUS (Hedwigia, 1873), que ma plante ne doit être regardée que comme une forme insolite du Puccinia Sonchi, et cela d'autant plus volontiers que, dans la masse des autres spores, j'avais en effet rencontré çà et là, comme le montre ma fig. 21 *b*, une spore 2-loculaire. (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 260).

189. P. Virgaureae *Lib.* (Cr. Ard. No. 393). III. F. teleutosporiferus. — Sur les feuilles du Solidago Virgaurea; OUDEMANS, 19 Juill. 1873. Auprès d'un ruisseau, sous l'ombrage des arbres, au pied d'une colline (St. Jansberg) à Heumen.

Très petites papilles rondes, s'élevant à la surface de la feuille, où elles forment des cercles, qui à leur tour sont réunis en groupes circulaires sur un fond tacheté en jaune. Ces papilles sont d'abord rougeâtres, ensuite brunes, et finalement noires. Dans tous ces états elles appartiennent d'ailleurs à Puccinia. Les spores sont allongées, longues de $\frac{45-60}{1000}$ millim., larges de $\frac{10-12}{1000}$ millim., brunes, à stipe long et complètement incolore. Beaucoup de spores sont lancéolées; quelques-unes à sommet plus ou moins arrondi, d'autres à sommet aigu. Le sommet de la cellule supérieure est à paroi plus épaisse que la partie située au-dessous. Les spores jeunes sont incolores. Chez beaucoup de spores j'ai encore vu très-distinctement les noyaux des cellules.

190. P. Luzulae *Lib.* (Cr. Ard. No. 94). I. F. stylosporiferus (= Caeoma oblongatum *Lk.* Obs. II, p. 27 = Caeoma oblongum *Lk.* Spec. II, p. 7 = Uredo oblonga

Rab. Krypt. Fl. p. 12 = Uredo macrospora *Desm.* Pl. Cr. de Fr. 2e S., No. 401). — Sur les feuilles du Luzula pilosa. Près de Gulpen, 1872. — VAN DER SANDE LACOSTE.

191. P. Straminis *Fuckel* (Enum. Fung. Nass. p. 41, c. icone). I. F. hymeniiferus (= Aecidium Asperifolii *P.* Syn. p. 208); sur le Symphytum officinale (bois d'Oosterhout près de Nymègue; ABELEVEN); II. F. stylosporiferus (= Uredo Rubigo vera *D. C.*, Fl. Fr. VI, p. 83), et III. F. teleutosporiferus. — Sur les feuilles et les pétioles du Bromus mollis (Dunes de Harlem. — OUDEMANS), Phragmites vulgaris (Amsterdam. — OUDEMANS), et Hordeum vulgare (Nymègue. — ABELEVEN). (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 176).

c. CAEOMACEI.

TILLETIA.

192. T. Sorghi *Tul.* (Ann. Sc. nat. 3e S., VII, A°. 1847 et FISCHER VON WALDHEIM in PRINGSHEIM'S Jahrb. VII, p. 106 et 111). — Dans les ovaires du Sorghum vulgare, cultivé à Utrecht. 1871. — BYNS.

C'est bien à tort que M. le baron DE THÜMEN (Hedwigia, 1873, p. 114) regarde ce champignon comme inconnu jusqu'à présent et lui assigne le nom de *Ustilago Sorghi* PASS. Nov. Sp.

USTILAGO.

193. U. Montagnei *Tul.* (Ann. Sc. nat. 3e S., VIII, A°. 1847; FISCHER VON WALDHEIM l. c. pag. 104, 111 et 131). — Dans les ovaires du Rhynchospora alba. Près d'Almelo, Juill. 1871. — OUDEMANS.

UROMYCES.

194. U. Ficariae *A. S.* (Consp. p. 128, sub. Uredo). *Fuck.* (Symb. Myc. p. 61). F. hymeniiferus (= Aecidium Ranunculacearum *D. C.*, Fl. Fr. VI, p. 97). — Sur les feuilles du Thalictrum flexuosum. Nymègue. — ABELEVEN.

III. F. teleutospor. — Sur les feuilles du Ficaria ranunculoides. Ubbergen. — ABELEVEN (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 176).

195. U. Geranii *D. C.* (Fl. Fr. VI, p. 73, sub. Uredo) *Fries* (S. V. Sc. p. 514). III. F. teleutospor. — Sur les feuilles du Geranium pyrenaïcum (?) dans un jardin près de Harlem. — OUDEMANS (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 176).

196. U. Trifolii *D. C.* (Fl. Fr. VI, p. 66, sub. Uredo) *Fuckel* (Symb. Myc. p. 63). III. F. teleutospor. (= Uredo Anthyllidis *Grev.*, Eng. Fl. V, p. 383). — Sur les feuilles de l'Anthyllis Vulneraria. Dunes près de Wassenaar. — ABELEVEN (ibid.).

197. U. Phyteumatum *D. C.* (Fl. Fr. VI, p. 65, sub. Uredo) *Fr.* (S. V. Sc. p. 514). III. F. teleutospor. — Sur les feuilles du Phyteuma nigrum. Nymègue. — ABELEVEN (ibid).

COLEOSPORIUM.

198. C. Rhinanthacearum *D. C.* (Fl. Fr. VI, p. 80, sub. Uredo) *Fr.* (S. V. Sc. p. 512). — Sur les feuilles du Rhinanthus Alectorolophus. Bois d'Oosterhout près de Nymègue. — ABELEVEN (ibid. p. 177).

MELAMPSORA.

199. M. Lini *Desm.* (Pl. Cr. de Fr. 1e S., 1e Ed. No. 2049, 2e Ed. No. 1649). I. F. stylosporiferus (= Uredo Lini *D. C.*, Fl. Fr. II, p. 234) et II. F. teleutospor. — Sur les feuilles et les tiges du Linum catharticum. Weurt près de Nymègue. — ABELEVEN (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 177).

200. M. betulina *Desm.* (Pl. Cr. de Fr. 1e S, 1e Ed. No. 2047, 2e Ed. No. 1647). I. F. stylospor. (= Uredo Betulae *Kl.*, Herb. Myc. No. 194) et II. F. teleutospor. — Sur les feuilles du Bouleau. Près de Harlem. — OUDEMANS (ibid.).

CYSTOPUS.

201. C. candidus (*Pers.*) LÉV. Je l'ai trouvé, outre les plantes nourricières déjà connues, sur les espèces suivantes: Cardamine hirsuta, Teesdalia nudicaulis, Senebiera Coronopus, Cakile maritima, Cochlearia anglica et Thlaspi calaminare.

CAEOMA.

202. C. Evonymi *Mart.* (Fl. Mosq. p. 230, sub. Uredo) *Tul.* (Ann. Sc. nat., 4e S., II, p. 125). — Sur les feuilles de l'Evonymus europaeus. Dunes de Harlem. — OUDEMANS (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 177).

203. C. Sorbi *Oud.* (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 177 et RAB. Fungi Eur. No. 1490). — Sur les feuilles du Sorbus Aucuparia. Bois de Bloemendaal, près de Harlem; 8 Août 1871. — OUDEMANS.

Papillae hypogenae, parvulae, hemisphaericae, pallide ochraceae, in macula ejusdem coloris aggregatae, epidermide tandem rumpente diu tectae. Sporas continent partim subsphaericas, partim oblongas vel p. m. angulosas, subtilissime echinulatas, vix lutescentes, diametri maximo 20—25 partes millesimas millimetri aequantes.

Folia quae examinavi omnia ab exemplis junioribus, 1—2 pedes altis, in umbra crescentibus, languescentibus carpta erant. Ceratitium in iis von observavi, dum folia exemplorum excelsiorum in vicina crescentium Caeoma non exhibebant, sed Ceratitio infestata erant.

UREDO

204. U. Vacciniorum *A. S.* (Consp. No. 354, sub. nomine U. pustulata *γ.*) *Johnst.* (Fl. Berw. II, p. 199). — A la face inférieure des feuilles du Vaccinium Myrtillus. Baarn, Août 1873. — OUDEMANS.

LECYTHEA.

205. L. Phragmitidis *Oud.* (Nederl. kruidk. Archief, 2e S., I, p. 260) = L. Baryi ej. [non *Berk.*] in RAB. Fungi Eur. No. 1488. — Sur les feuilles du Phragmites vulgaris. Ommerschans près de Zutphen. 1871. — HULSEBOSCH.

Differt a *L. Baryi* BERK. soris numerosissimis, cystidiorum vesicula terminali sensim neque abrupte in pedicellum contracta, sporis plurimis angulosis, piriformibus, caet. Cystidia matura coloris sunt dilute fuliginei, sporae vero

aurantiacae, subtilissime echinulatae. Sporae maturae longae c^a^. $\frac{30}{1000}$ millim., latae $\frac{16}{1000}$ millim.; cystidia longa $\frac{81-100}{1000}$ millim., lata $\frac{21-25}{1000}$ millim. Sori nervis foliorum paralleli, oblongi, amphigeni, per epidermidem prorumpentes. Pl. XI, Fig. 22.

f. AECIDIACEI.

AECIDIUM.

206. A. strobilinum *Rees.* (Rostpilzf. der deutschen Coniferen in Abh. der naturf. Ges. zu Halle, XI. A°. 1869). — Sur les écailles en putréfaction des cônes du Pinus Abies. Leyde, 1846. — OUDEMANS.

Ce champignon est le même que le Perichaena strobilina du Prodr. Fl. Bat., II, pars 4, pag. 22, et que le Licea strobilina *A. S.* (Conspectus, p. 109 et pl. VI, fig. 3).

207. A. Orchidearum *Desm.* (Pl. Cr. de Fr. 1e S., 1e Ed. No. 1163, 2e Ed. No. 663). — Sur les feuilles de l'Orchis maculata et du Listera ovata. Près de Harlem. — OUDEMANS (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 177).

208. A. Senecionis *Desm.* (Pl. Cr. de Fr. 1e S., 1e Ed. No. 677, 2e Ed. No. 1357). — Snr les feuilles du Senecio Fuchsii. Ubbergen. — ABELEVEN (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 178).

PERIDERMIUM.

209. P. oblongisporium *Fuck.* (Symb. Myc. p. 42). — Sur les aiguilles du Pinus sylvestris. Zuidhoek près de Naaldwijk. — VAN DER TRAPPEN (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 178).

g. PROTOMYCETEI.

PROTOMYCES.

210. P. Calendulae *Oud.* — Sous la surface des feuilles du Calendula officinalis. Dans un jardin à Utrecht. Juill.—Nov. 1873. — OUDEMANS.

Maculae pallescentes, orbiculares, discretae, variae dimensionis, luci imperviae, sparsim in foliis vegetis apparent, diametro auctae arescunt et infuscantur, subinde vero consumuntur aut perforantur. Infra epidermidem in interstitiis intercellularibus primitus adsunt hyphae snbtilissimae, ramosae, achromae, iisque insidentes sporae breve pedicellatae. In statu provectiore hyphae evanescunt, sporae vero numero valde augentur et conglomerationes sistunt cellularum liberarum, globosarum, laevium, achromarum, saepe pedicello brevi praeditarum. Denique vero omnes pedicelli deficiunt et sporae, membrana cellulari satis crassa praeditae, materie granulosa cum nucleo ut videtur centrali repletae, mutua pressione formam polyedricam induunt. Color sporarum vulgo non mutatur, si nonnullas leviter fuscescentes excipias. Diameter sporarum $\frac{12-15}{1000}$ millim.

D. *HYPHOMYCETES.*

a. ISARIACEI.

ISARIA.

211. I. furcellata *Mart.* (Fl. Erlang. p. 364). — Sur du bois pourri. Zuidhoek près de Naaldwijk. — Van der Trappen (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 178).

CERATIUM.

212. C. hydnoides *A. S.* (Consp. p. 358, tab. II, f. 7). — Sur du bois pourri d'Aune et de Saule. Boekhorst près de Lochem et Rhenen. — Sprée (*Nederl. kruidk. Archief*, V, p. 350).

b. STILBACEI.

STILBUM.

213. S. tomentosum *Schrad.* (Journ. f. Bot. II, p. 65, t. 3, f. 1). — Parasite sur des Trichia, des Arcyria et autres plantes analogues. Boekhorst près de Lochem. — Sprée (ibid.).

TUBERCULARIA.

214. T. Pseud-Acaciae *Rebent.* (Fl. Neom. p. 363). — Sur les branches du Robinia Pseudacacia. Zuidhoek près de Naaldwijk. — Van der Trappen (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 178).

215. T. confluens *P.* (Syn. p. 113). — Sur les branches du Sophora japonica. Comme ci-dessus (ibid.).

216. T. discoidea *P.* (Obs. Myc. I, p. 79). — Sur les branches de l'Acer Pseudoplatanus. Rotterdam. — Oudemans (ibid.).

FUSARIUM.

217. F. oxysporum *Schl.* (Fl. Berol. II, p. 139). — Sur des pommes de terre pourries. Harderwijk. Bondam (ibid.).

218. F. pyrochroum *Desm.* (Pl. Cr. de Fr., 1e S., 1e Ed. No. 1847, 2e Ed. No. 1547, sub Selenosporium = Fusarium sambucinum *Fuckel* Symb. Myc. p. 167, sub. Gibbera pulicaris [Fung. Rhen. No. 211]). — Sur les branches mortes du Sambucus nigra. Amsterdam. Mars, 1872. — Oudemans. Pl. XI, Fig. 23. (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 261).

219. F. salicinum *Fuck.* (Symb. Myc. p. 167, sub Gibbera pulicaris). — Sur les branches du Saule. Zuidhoek près de Naaldwijk. — Van der Trappen (ibid. p. 178).

220. F. stictoides *Dur.* et *Mont.* (Fl. Alg. I, p. 334 et Sylloge, p. 295). — Sur les feuilles pourries d'un Agave. Amsterdam. — Oudemans (ibid.).

221. F. subtectum *Rob.* (in Desm. Pl. Cr. de Fr. 1e S., 1e Ed. No. 1428, 2e Ed. No. 928). — Sur les feuilles du Psamma arenaria. Dunes de la Brielle. Sept. 1870. — Oudemans (ibid.).

222. F. Urticearum *Cda.* (Icon. Fung. p. 7 et Tab. 9, fig. 30, sub. Selenosporium) Oud. (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 178). — Sur les branches du Morus nigra. Zuidhoek près de Naaldwijk. — Van der Trappen.

MYROTHECIUM.

223. M. inundatum *Tode* (Fung. Meckl. I, p. 25, Tab. 5, Fig. 39). — Sur les champignons en putréfaction, dans les bois de Pins. Boekhorst près de Lochem, Rhenen. — Sprée (*Nederl. kruidk. Archief*, V, p. 347, où il est imprimé par erreur: M. mundatum).

EPICOCCUM.

224. E. neglectum *Desm.* (Ann. Sc. nat. 3e S., XVII, p. 95 et Pl. Cr. de Fr. 1e S., 1e Ed. No. 540, 2e Ed. No. 127). — Sur les feuilles du Sagittaria sagittaefolia. Rotterdam, Août 1870. — Oudemans (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 178).

225. E. scabrum *Cda.* (Icon. Fung. I, p. 5, Tab. 2, Fig. 91). — Sur la tige du Zea Mays. Zuidhoek près de Naaldwijk. — Van der Trappen.

MYXOSPORIUM.

226. M. puniceum *Cda.* (Icon. Fung. III, p. 2, Tab. I, Fig. 4; *Illosporium* Lib. Pl. Cr. Ard. No. 282). — Sur les Mousses et les Lichens. Wageningen. — Buse (Sprée in *Nederl. kruidk. Archief*, V, p. 350).

c. DEMATIEI.

HELMINTHOSPORIUM.

227. H. flexuosum *Cda.* (Ic. Fung., I. p. 13; Tab. 3, Fig. 196). — Sur les feuilles des Graminées. Zuidhoek près de Naaldwijk. — Van der Trappen (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 178).

228. H. fusisporum *Berk.* (Eng. Fl. p. 336; Cooke Handb. p. 571). — Sur les tiges à demi pourries de l'Epilobium montanum. Comme ci-dessus. Pl. XI, Fig. 24 (ibid.).

229. H. heteronemum *Desm.* (Ann. Sc. nat. 3e S., XX, p. 216 et Pl. Cr. de Fr. 2e S., No. 7, sub. Macrosporium) Oud. (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 178 et Rab. Fungi Eur. No. 1468). — Sur les feuilles du Sagittaria sagittaefolia. Rotterdam, Août 1870. — Oudemans.

230. H. rhopaloides *Fres.* (Beitr. p. 50, Pl. VI, fig. 15—21). — Sur les tiges de la Pomme de terre. Zuidhoek près de Naaldwijk. — Van der Trappen (ibid. p. 179).

231. H. sticticum *Berk.* (Ann. nat. hist., Ser. 2, XIII, No. 758, Tab. 15, Fig. 10; Cooke Br. Fung. p. 573).— Sur les feuilles d'une Graminée. Rotterdam, Août 1870. — Oudemans.

MACROSPORIUM.

232. M. Brassicae *Berk.* (Eng. Fl. V, p. 339). — Sur des tronçons de Chou. Comme ci-dessus. (ibid.).

SEPTOSPORIUM.

233. S. bulbotrichum *Cda.* (Icon. Fung. I, p. 12, Tab. 3, Fig. 176). — Sur les tiges à demi pourries du Lactuca sativa. Comme ci-dessus. Pl. XII, Fig. 25. (ibid. p. 261).

CLADOSPORIUM.

234. C. Lythri *West.* (4e Not. p. 15). — Sur les feuilles du Lythrum Salicaria. Rotterdam, Août 1870. — Oudemans (ibid.). — La face supérieure des feuilles commence par prendre une couleur rose pâle, et ensuite se montrent des taches noires, d'abord séparées, puis confluentes, produites par un tissu assez dense. Celui-ci est composé de filaments bruns, couchés, septés, simples ou ramifiés, qui donnent naissance à des spores ovales, 2-loculaires, ou même à de véritables chapelets de spores. La figure de Westendorp me paraît peu exacte, en ce sens qu'elle ne montre que des filaments dressés et simples. Pl. XII, fig. 26.

235. C. depressum *Berk.* (Ann. Nat. Hist., Ser. 2, VII, No. 514, Tab. 5, Fig. 8). — Sur les feuilles de l'Angelica sylvestris. Baarn, Août 1873.

Ce champignon a été décrit par Fuckel dans ses Symb. Myc., p. 353, et publié par lui dans ses Fungi Rhenani, No. 103, sous le nom de Passalora Polythrincioïdes.

GONIOSPORIUM.

236. G. puccinioides *Kze* et *Schm.* (Myc. Hefte, 2, p. 103, sub. Arthrinium) Lk. (Spec. I, p. 45). — Sur les feuilles

sèches du Carex hirta. Boekhorst près de Lochem. — Sprée (*Nederl. kruidk. Archief*, V, p. 351, sous Arthrinium).

d. MUCEDINES.

ASPERGILLUS.

237. A. griseus *Lk.* (Spec. II, p. 69). — Sur les feuilles à demi pourries de l'Aucuba japonica. Harderwijk. — Bondam *Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 179).

PERONOSPORA.

237*a*. P. nivea *Unger* (Exanth. p. 171, Tab. II, Fig. 14, sub Botrytis) de By. (Ann. Sc. nat. 4e S., XX, p. 105). — Sur le Pastinaca sativa. Doorn, 1869. — Oudemans (ibid. pag. 180).

237*b*. P. densa *Rab.* (Herb. Myc. 1e Ed., No. 1572 et de By, l. c. p. 107). — Sur l'Euphrasia officinalis. Ommerschans. — Hulsebosch.

Les échantillons, dont il est ici question, avaient pris partout, à l'état de maturité parfaite, une belle couleur rouge de sang. Comme il n'est fait nulle part mention d'une pareille coloration, et que les Peronospora sont de leur nature incolores, je résolus d'envoyer quelques plantes chargées du champignon à M. le professeur de Bary, et de lui demander s'il avait déjà observé ce phénomène et s'il était en état de l'expliquer. Je m'étais préalablement convaincu que la couleur rouge n'appartenait pas à la paroi cellulaire, mais était propre au contenu plastique des filaments du Peronospora. La réponse de M. de Bart fut, qu'il n'avait encore vu qu'une seule fois un phénomène semblable, savoir chez le Peronospora infestans, qui s'était développé sur des tubercules violets de Pomme de terre, et avait bientôt pris la même teinte que ceux-ci. En considérant toutefois qu'ici la couleur violette préexistait, ce qui n'était pas le cas chez le P. densa, M. de Bary croit devoir admettre que, dans les feuilles mourantes ou languissantes de l'Euphrasia, de l'érythrophylle a été formée

ou mise en liberté, et que celle-ci a été absorbée par le protoplasme, également mort ou dépérissant, des filaments du Peronospora.

237*c*. P. gangliformis *Berk.* (Journ. Hort. Soc., I, p. 54, Tab. 4, sub. Botrytis) Tul. (Comptes Rendus, 26 Juin, 1854). — Sur les feuilles du Lappa minor. Harderwijk. — Bondam (ibid.).

237*d*. P. parasitica *P.* (Obs. Myc. I, p. 96, Tab. V, Fig. 6, sub. Botrytis) de By. (Ann. Sc. nat. 4e S., XX, p. 110). — Sur le Sisymbrium Alliaria (Amsterdam — Oudemans) et le Cheiranthus Cheiri (Zuidhoek près de Naaldwijk — Van der Trappen; ibid.).

238. P. Corydalis *de By* (l. c. pag. 111). — Sur les feuilles du Corydalis solida. Dunes de Harlem, Avril 1871. — Oudemans.

239. P. grisea *Ung.* (Exanth. p. 172, sub. Botrytis) de By (l. c. p. 119). — Sur les feuilles du Veronica Beccabunga. Beek dans le Limbourg. — Van der Sande Lacoste.

240. P. sordida *Berk.* (Ann. Mag. Nat. Hist., Ser. 3, VII, p. 449. — Sur les feuilles d'un Scrophularia. Nymègue, 1870. — Abeleven.

FUSIDIUM.

241. F. clandestinum *Cda.* (Ic. Fung. II, p. 7, Tab, VIII, Fig. 4). — Sur des branches. Zuidhoek près de Naaldwijk. — Van der Trappen (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 180).

242. F. Ranunculi *Bon.* (Handb. p. 43). — Sur les feuilles du Ranunculus Ficaria. Amsterdam. Avril — Mai, 1873. — Oudemans.

SPOROTRICHUM.

243. S. caesiellum *Fr.* (S. M. III, p. 424). — Sur les feuilles de l'Erable. Zuidhoek près de Naaldwijk. — Van der Trappen (ibid.).

244. S. lanatum *Wallr.* (Pl. Crypt. Germ. p. 276). — Sur du parchemin. Comme ci-dessus (ibid.).

245. S. roseum *Lk.* (Observ. II, p. 36). — Sur des plumes pourries de canard. Comme ci-dessus (ibid. p. 262).

ZYGODESMUS.

246. Z. fuscus *Cda.* (Ic. Fung., IV, p. 26, Tab. VI, Fig. 81). — Sur du bois sec, Févr., Boekhorst près de Lochem. — Sprée (*Nederl. kruidk. Archief*, VI, p. 351). — Sur des plumes pourries de canard. Zuidhoek près de Nsaldwijk. — Van der Trappen (ibid. 2e S, I, p. 262).

GONYTRICHUM.

247. G. caesium Nees. (Noya Acta A. N. C., IX, p. 244, Fig. 14). — Sur des branches pourries. Zuidhock près de Naaldwijk. — Van der Trappen. (ibid. p. 180).

GONATOBOTRYS.

248. G. ramosa Reiss. (in Fres. Beitr. p. 44 et 45 et Coemans Spic. No. 8). — Sur le bois mort du Tecoma radicans. Amsterdam. — Oudemans (ibid.).

RAMULARIA.

249. R. didyma *Unger* (Exanth. p. 169, Tab. 2, Fig. 10). — Sur les feuilles du Lychnis diurna. Harlem. — Oudemans (ibid. p. 180).

250. R. obovata *Fuck.* (Symb. Myc. p. 103, sub. Sphaerella Rumicis, cujus status conidiophorus habetur; Fung. Rh. No. 1635). — Sur les feuilles du Rumex obtusifolius. Rotterdam, Août. 1870. – Oudemans. Pl. XII, Fig. 28 (ibid. p. 262).

251. R. Violae *Fuck.* (Symb. Myc. p. 361 et Fung. Rh. No. 134, sub Oidium fusisporioides). — Sur les feuilles du Viola odorata. Zuidhoek près de Naaldwijk. — Van der Trappen (ibid. p. 180).

SCOLICOTRICHUM.

252. S. ochracheum *Fuck.* (Symb. Myc. p. 357; Fungi Rh. No. 2108). — Sur les feuilles du Phyteuma nigrum. Beek près de Nymègue. — Abeleven (ibid.).

CYLINDROSPORIUM.

253. C. concentricum *Grev.* (Scott. Cr. Fl. I, Tab. 27). — Sur les feuilles du Glechoma hederacea et du Lamium album. Dunes de Harlem. — OUDEMANS (ibid.).

254. C. Grevilleanum *Tul.* (Sel. Carp. Fung. II, p. 288). — Sur les feuilles du Fragaria vesca cultivé. Heemstede. Juill. 1872. — OUDEMANS. — Des taches pourpres, blanches au centre, portent, à la face supérieure des feuilles, des faisceaux de stérigmates blancs, très petits, linéaires-cylindriques, non ramifiés, pourvus chacun d'une conidie à leur sommet. Les conidies elles-mêmes sont linéaires-étroites, droites ou légèrement courbées, incolores, continues ou septées, environ longues de $\frac{35}{1000}$ millim., larges de $\frac{2\frac{2}{3}}{1000}$ millim. D'après M. TULASNE, ce Cylindrosporium est l'état conidiifère du Stigmatea Fragariae.

255. C. Heraclei *Oud.* (Sur les feuilles de l'Heracleum Sphondylium. Bloemendaal. Août 1871. — OUDEMANS.

Maculae pallescentes in pagina foliorum inferiore gerunt caespites dense stipatos albos sterigmatorum p. m. curvatorum, continuorum, $\frac{50}{1000}$ mill. longorum, $\frac{2\frac{1}{3}}{1000}$ mill. latorum, quorum singula conidium gerunt cortinuum vel septatum, cylindricum, $\frac{12-25}{1000}$ mill. longum, $\frac{4-5}{1000}$ mill. latum.

256. C. majus *Ung.* (Exanth. p. 168, c. icone). — Sur les feuilles du Lapsana communis. Overveen. — OUDEMANS. (*Nederl. kruidk. Archief*; 2e S., I, p. 180).

ACROCYLINDRIUM.

257. A. granulosum *Bon.* (Handb. p. 98). — Sur des pommes de terre pourries. Zuidhoek près de Naaldwijk. — VAN DER TRAPPEN. (ibid.).

ISARIOPSIS.

258. I. carnea *Oud.* (Nederl. kruidk. Archief, 2e S., I, p. 262) — Sur les feuilles du Lathyrus pratensis. Août 1871. Bois de Bloemendaal. — OUDEMANS.

Maculae in foliis viridibus vel languescentibus nigrae, nervo mediano parallelae, lanceolatae, etc. Ex iis in utraque folii pagina assurgunt stipites primitus achromi, denique carnei, apicem versus in ramos nonnullos achromos flexuosos soluti. Ramorum anguli singuli sporam gerunt achromam, ovalem, ovatam vel oblongam, primitus continuam, sporulis 2 majusculis praeditam, tandem septis 1 vel 2 divisam.

Stipites e filis tenuissimis contexti, rami vero ex unica serie cellularum pachyticharum consistunt. Sporae longae c^a^ $\frac{12}{1000}$ millim., latae c^a^ $\frac{7}{1000}$ millim.

Differt ab I. pusilla *Fres.* (Beitr. p. 87, Tab. XI, Fig. 18) stipite colorato, apice tantum in ramos soluto, caeterum glabro; ramis paucis (4—6), sporis minoribus. Pl. XII, Fig. 29.

POLYDESMUS.

259. P. exitiosus *Kühn.* (Krankh. p. 165, Tab. 6). — Sur les feuilles du Cochlearia anglica. Amsterdam. — OUDEMANS (ibid.). — D'après FUCKEL (Symb. p. 136), l'état conidiifère du Plaeospora Napi.

e. SEPEDONIEI.

FUSISPORIUM.

260. F. aureum *Lk.* (FR. S. V. Sc. p. 473). — Sur les feuilles du Nereum ordoriferum. Zuidhoek près de Naaldwijk. — VAN DER TRAPPEN (Ibid. p. 181).

II. SPORIDIIFERA.

A. *PHYSOMYCETES.*

a. ANTENNARIEI.

ANTENNARIA.

261. A. pinophila *Lk.* (Syst. I, p. 118). — Sur l'écorce vivante de l'Abies excelsa. Zuidhoek près de Naaldwijk. — VAN DER TRAPPEN. (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 181).

b. MUCORINI.

HYDROPHORA.

262. H. stercorea *Tode* (Fung. Meckl. II, p. 6). — Sur les excréments desséchés de l'homme. — VAN DER TRAPPEN (ibid.).

B. *ASCOMYCETES.*

a. PERISPORIACEI.

PODOSPHAERA.

263. P. Kunzei *Lév.* (Ann. Sc. nat 3e S., XV, p. 135, Tab. 6, Fig. 6). — Sur les feuilles du Vaccinium Myrtillus. Beek en Gueldre. Août 1869. — OUDEMANS. (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 181, sub P. tridactyla).

J'ai trouvé en outre *Erysiphe lamprocarpa* LÉV. sur les feuilles du Sonchus arvensis, en août 1870, à Rotterdam, et *E. Montagnei* LÉV. sur le Senecio sylvaticus à la Santpoort.

Au sujet du *Calocladia holosericea* LÉV., déjà mentionné dans le Prodr. Fl. Bat. sous le No. 2970, je noterai ici que, pas plus que M. Tulasne (Sel. Fung. Carp., I, p. 217), je n'ai jamais vu aux appendicules de ce champignon une extrémité bifurquée, bien que LÉVEILLÉ assure avoir observé ce fait, à raison duquel il a classé le champignon dans le genre Calocladia. Je crois, en conséquence, qu'il vaudrait mieux transporter le Calocladia holosericea au genre Erysiphe, et lui appliquer, à l'exemple de M. TULASNE et de DE CANDOLLE, le nom de Erysiphe holosericea.

b. HELVELLACEI.

MORCHELLA.

264. M. patula *P.* (Syn. Fung. p. 619). — Dans un petit bois d'Erables. Zuidhoek près de Naaldwijk. Mai 1873. — VAN DER TRAPPEN.

Espèce très distincte, à stipe de 1 décim. de haut, et à chapeau de 1 décim. tant en hauteur qu'en largeur. Le

chapeau est obtus, en cône court, demi-libre, et garni de grandes aréoles rhomboïdales, d'un jaune d'ocre sale. Le stipe est blanc, comme saupoudré de farine, et vers le haut un peu rugueux ou inégal.

GYROMITRA.

265. G. suspecta *Krombh.* (Tab. XXI, Fig. 1—6; Rab. Krypt. Fl. p. 380). — Dans un bois de Pins. Avril. Boekhorst près de Lochem. — Sprée (*Nederl. kruidk. Archief*, V, p. 336).

HELVELLA.

266. H. atra *Kön.* (Fries, S. M. II, p. 19). — Dans un petit bois de Chênes, sur un sol riche en humus. Oct. Nov. Boekhorst près de Lochem. — Buse (Sprée, ibid. p. 337).

MITRULA.

267. M. cucullata *Batsch* (Elenchus, p. 189 et Fig. 132, sub Elvella) Fr. (Epicr. p. 584). — Sur les feuilles des Pins et des Sapins. Boekhorst et Velhorst près de Lochem. Oct. Sprée (ibid.).

SPATHULEA.

268. S. flavida *P.* (Dispos. meth. p. 36 et Syn. p. 610, sub Spathularia) Fr. (S. V. S. p. 347). — Dans un petit bois de Sapins. Wageningen et Velp. Sept. Oct. 1848. — Buse (Sprée, ibid.).

GEOGLOSSUM.

269. G. viride *P.* (Syn. p. 610; Fr. Epicr. p. 582). — Sur la terre, parmi la mousse, sous des Hêtres. Boekhorst près de Lochem. Sept. — Sprée (ibid.).

270. G. glutinosum *P.* (l. c. p. 609; Fr. Epicr. p. 582). — Dans les lieux gazonnés. Boekhorst près de Lochem. Aug. Sept. — Sprée (ibid.).

PEZIZA.

271. P. pustulata *P.* (Syn. p. 646; Fr. S. M. II, p. 55). — Dans les lieux boisés près de Breda. — Nagelvoort (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 182).

272. P. melaloma *A. S.* (Consp. p. 336, t. 2, f. 5; Fr. S. M. II, p. 69). — Sur de l'argile humide dans le jardin zoologique de Rotterdam. Août 1868. (ibid.).

273. P. subhirsuta *Schum.* (Enum. Pl. Saell. p. 433; Fr. S. M. II, p. 70; Fl. Dan. t. 1787 f. 2 et 1788 f. 1), forma fere glabra. — Sur du fumier de vache. Oct. Rhenen. — Sprée (ibid. p. 338).

274. P. omphalodes *Bull.* (Champ. p. 264; t. 485. 1, Fr. S. M. p. 75). — Dans un pré saumâtre près d'Amsterdam. Sept. — Van der Sande Lacoste et Oudemans (ibid.). Sur la terre humide et nue à Boekhorst près de Lochem. Sept. — Sprée (*Nederl. kruidk. Archief*, V, p. 338).

275. P. miliaris *Wallr.* (Fl. Crypt. II, p. 499). — Sur le thalle du Peltigera. Ede. Buse (Sprée, ibid.).

276. P. patula *P.* (Obs. I, p. 42, Syn. p. 654, Myc. Eur. p. 261; Nees Syst. f. 285; Fl. Dan. t. 1854, f. 3; Sprée in Rab. Fung. Eur. No. 425). — Sur les feuilles tombées, surtout sur celles du Chêne. Printemps et été. Boekhorst près de Lochem. — Sprée (ibid.).

277. P. spirotricha *Oud.* (Nederl. kruidk. Archief, 2e S., I, p. 182). — Sur les brindilles pourries et sur d'autres détritus. Zuidhoek près de Naaldwijk. — Van der Trappen.

Pertinet ad Lachneas Dasyscyphas. Cupulae minutissimae, sessiles, mox poro centrali minutissimo apertae, albo-villosae, villis in spiram dispositis. Discus concolor. Asci breves, cylindrici vel cylindrico-clavati, 8-spori; sporae minutissimae, hyalinae, achromae, cylindraceae, paulum curvatae, continuae.

Ab affinibus differt exiguitate (cupulae nempe oculo nudo vix perspicuae, villarum directione et poro centrali mox visibili.)

278. P. syringea *Wallr.* (Fl. Crypt. II, p. 455) — Sur les branches mortes du Lilas. Comme ci-dessus. (*Nederl. kruidk. Archief*, ibid.).

279. P. cerinea *P.* (Syn. p. 651; Obs. I, p. 43, Myc. Eur.

p. 263; Fr. S. M. p. 92; Nees Syst. f. 283; Fl. Dan. t. 1620, fig. inf.) — Sur le bois pourri. Boekhorst près de Lochem. — Sprée (*Nederl. kruidk. Archief*, V, p. 338).

280. P. pulverulenta *Lib.* (Cr. Ard. No. 125; Sprée in Rab. Fung. Eur. No. 514). — Sur les feuilles tombées des Sapins. Boekhorst près de Lochem. Mai. — Sprée (ibid).

281. P. caulicola *Fr.* (S. M. II, p. 94; Fl. Dan. t. 1918, f. 3). — Sur les tiges des plantes, au printemps. Rhenen. Sprée (ibid.).

282. P. brunneola *Desm.* (Ann. Sc. nat. 2e S., XVII, p. 96; Pl. Cr. de Fr. 1e S., 1e Ed. No. 1156, 2e Ed. No. 656; Fr. S. V. S. p. 351; Sprée in Rab. Fung. Eur. No. 426). — Sur les deux faces des feuilles du Chêne et du Hêtre, au printemps. Boekhorst près de Lochem. — Sprée (ibid).

283. P. flammea *A. S.* (Consp. p. 319, t. 1, f. 7; Fr. S. M. II, p. 96). — Sur les branches mortes et décortiquées du Pommier. Janvier. Comme ci-dessus. — Sprée (ibid.).

284. P. barbata *Kze* (in Fr. Scler. exs. No. 332; S. M. II, p. 99). — Sur les branches du Lonicera Periclymenum. Comme ci-dessus. — Sprée (ibid. p. 339).

285. P. rufo-olivacea *A. S.* (Consp. p. 320, t. XI, f. 4; Fr. S. M. II, p. 99). — Sur les branches mortes d'un Rubus. Comme ci-dessus. — Sprée (ibid.).

286. P. Rubi *Lib.* (Cr. Ard. No. 231, sub Patellaria; non Lasch in Rab. Fung. Eur. No. 518). — Sur les tiges mortes des Rubus. Automne et hiver. Comme ci-dessus. — Sprée (ibid.).

287. P. pineti *Batsch* (El. p. 201, f. 140; Fr. S. M. II, p. 101). — Sur les feuilles pourries et humides des Sapins. Comme ci-dessus. — Sprée (ibid.).

288. P. albo-testacea *Desm.* (Ann. Sc. nat. 2e S., XIX, p. 368; Pl. Cr. de Fr. 1e S., 1e Ed. No. 1415, 2e Ed. No. 915). — Sur une tige sèche d'Enodium coeruleum. Comme ci-dessus. Sprée (ibid.).

289. P. punctiformis *Fr.* (S. M. II, p. 105). — Sur les feuilles pourries de l'Aune, en automne. Veenwouden.—Sprée (ibid.).

290. P. aurelia *P.* (Myc. Eur. p. 270; Fr. S. M. II, p. 107; Lib. Cr. Ard. No. 127). — Sur les feuilles à demi pourries. Boekhorst près de Lochem. Febr. — Sprée (ibid.).

291. P. caesia *P.* (Icon. et Descr. fung. minus cogn. t. 8, f. 1 et 2, titulo P. lichenoides; Syn. p. 657; Fr. S. M. p. 108). — Sur une vieille écorce. Zuidhoek près de Naaldwijk. — Van der Trappen. 1871. (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 263).

292. P. Rosae *P.* (Obs. 2, p. 82, Myc. Eur. p. 278; Fr. S. M. II, p. 109). — Sur les branches du Rosier. Comme ci-dessus. (ibid. p. 182).

293. P. luteola Fr. (S. M. II, p. 110). — Sur les souches de l'Aune. Comme ci-dessus (ibid.).

294. P. retincola *Rab.* (Fungi Eur. No. 225). — A la base des chaumes du Phragmites communis. Boekhorst près de Lochem. — Sprée (*Nederl. kruidk. Archief*, V, p. 339).

295. P. strobilina *Fr.* (S. M. II, p. 125). — Sur les cônes du Sapin. Octobre. Velhorst près de Lochem. (ibid.).

296. P. infixa *Wallr.* (Fl. Crypt. II, p. 470). — Sur des souches d'arbre. Zuidhoek près de Naaldwijk. — Van der Trappen (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 182).

297. P. Pteridis *A. S.* (Consp. p. 338, t. XII, f. 7; Fr. S. M. II, p. 144; Sprée in Rab. Fung. Eur. No. 424). — Sur les pétioles du Pteris aquilina, au printemps. Boekhorst près de Lochem. — Sprée (*Nederl. kruidk. Archief*, V, p. 339).

298. P. umbonata *P.* (Ic. et Descr. fung. p. 35, t. 9, f. 5, Syn. p. 669, Myc. Eur. 315; Fr. S. M. II, p. 145). — Sur les chatons fructifères à demi pourris de l'Aune. Zuidhoek près de Naaldwijk. — Van der Trappen (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 182).

299. P. dilutella *Fr.* (S. M. II, p. 147). — Sur une tige à demi pourrie d'Angelica sylvestris. Comme ci-dessus. 1870. (ibid. p. 263).

Les cupules sont sessiles, éparses ou groupées, fixées

au support par un point central, douces comme de la cire; leur couleur tient le milieu entre celle du P. cinerea et celle du P. atrata. A l'extérieur elles sont gris de plomb, rugueuses; à l'intérieur elles ont une couleur plus claire; le bord est blanchâtre, infléchi, très souvent découpé-sinueux.

Cette espèce diffère du P. cinerea par son aspect moins trémelloïde, sa couleur moins gaie, et ses cupules adhérentes seulement par un point central; elle se distingue du P. atrata par sa forme moins régulière, sa couleur plus claire, et le bord blanchâtre de ses cupules. Les thèques ont $\frac{37}{1000}$ millim. en longueur et $\frac{4-5}{1000}$ millim. en largeur; les spores $\frac{7}{1000}$ millim. en longueur et $\frac{2\frac{1}{3}}{1000}$ millim. en largeur. Les paraphyses égalent les thèques en longueur.

300. P. atrata *P.* (Syn. p. 669; Myc. Eur. p. 306; Fr. S. M. II, p. 148; Nees Syst. f. 266). — Sur les tiges de l'Anthriscus sylvestris. Comme ci-dessus. (ibid.).

301. P. melaleuca *Fr.* (S. M. II, p. 150). — Sur des branches décortiquées. Comme ci-dessus. (ibid. p. 182).

302. P. compressa *A. S.* (Consp. p. 340; Fr. S. M. II, p. 152). — Sur du bois dur et sec. Boekhorst près de Lochem. Févr. — Sprée (*Nederl. kruidk. Archief*, V, p. 340).

DESMAZIERELLA.

303. D. acicola *Lib.* (Ann. Sc. nat. 1e S., Mai 1829, p. 82; Cr. Ard. No. 24). — Sur les aiguilles pourries du Pinus sylvestris, plus rarement sur les branches. Boekhorst près de Lochem et Rhenen. — Sprée (ibid).

PSEUDOPEZIZA.

304. P. Ranunculi *Fuck.* (Symb. Myc. p. 290). — A la face inférieure des feuilles du Ranunculus repens. Baarn, Août 1873, Oudemans; Zuidhoek près de Naaldwijk, van der Trappen (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 182, sub Peziza).

HELOTIUM.

305. H. claro-flavum *Grev.* (Fl. Ed. p. 424, sub. Peziza) Berk. (Brit. Fung. p. 372). — Sur des souches d'arbre. Amsterdam. — Oudemans (ibid.).

PATELLARIA

306. P. discolor *Fr.* et *Mont.* (S. V. S. p. 366; Sprée in Rab. Fung. Eur. No. 528 = Peziza fallax *Desm.* Ann. Sc. nat. 3e S., V, p. 290; Pl. Cr. de Fr. 1e S., 1e Ed. No. 1420; 2e Ed. No. 920). — Sur les branches sèches, surtout sur celles du Chêne, au printemps et en été. Boekhorst près de Lochem. — Sprée (*Nederl. kruidk. Archief*, V, p. 340).

POLYNEMA.

307. P. hispidulum *Fr.* (S. V. S. 367; Rab. Krypt. Fl. p. 151 = Vermicularia hispida *Lib.* Cr. Ard. No. 347 et Excipula Vermicularia *Cda.* Ic. III, t. V. f. 77). — Sur le bois du Saule. Rhenen. Déc. — Sprée (ibid.).
308. P. strigosum *Fr.* (ibid.; Rab. ibid. p. 152 = Vermicularia graminum *Lib.* Cr. Ard. No. 348 = Excipula graminum *Cda.* Ic. III, V, f. 79). — Sur les feuilles sèches du Phragmites communis.

SACCOBOLUS.

309. S. violaceus *Boudier* (Mém. sur les Ascobolées, A°. 1869, p. 47). — Sur les crottes de lapin dans les dunes près de Harlem. Mai 1871. — Oudemans.

Thèques ayant environ $\frac{20}{1000}$ millim. de longueur et $\frac{10}{1000}$ millim. de largeur; spores violettes, d'environ $\frac{8-10}{1000}$ millim. de longueur et $\frac{4-5}{1000}$ millim. de largeur. Paraphyses en partie filiformes, en partie renflées en bouton à leur extrémité, violettes. L'ouverture au sommet des thèques est triangulaire.

AGYRIUM.

310. A. nigricans *Fr.* (Epicr. p. 593). — Sur les branches mortes du Tilleul. Boekhorst près de Lochem. — Sprée (*Nederl. kruidk. Archief*, V, p. 340).

PROPOLIS.

311. P. versicolor *Fr.* (S. V. S. p. 372 et S. M. II, p. 198). — Sur du bois sec et dur. Déc. Comme ci-dessus. — Sprée (ibid. p. 341).

EXOASCUS.

312. E. Alni *de By* in litt. ad *Fuckel* (Fuck. Symb. Myc. p. 252). — Sur les feuilles de l'Aune. Zuidhoek près de Naaldwijk. — Van der Trappen, 1871. (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 263.)

c. TUBERACEI.

ELAPHOMYCES.

313. E. muricatus *Fr.* (S. M. III, p. 59; Corda Ic. VI, t. X, f. 97). — N'est pas rare dans les bois feuillés. Boekhorst et Velhorst près de Lochem, en automne. — Sprée (*Nederl. kruidk. Archief*, V, p. 347).

E. granulatus *Fr.* a été trouvé jadis par M. Hartsen dans le bois de Reizenburg (Liste, p. 16).

d. PHACIDIACEI.

PHACIDIUM.

314. P. lacerum *Fr.* (S. M. II, p. 575; Sprée in Rab. Fung. Eur. No. 464). — Sur les aiguilles tombées des Sapins. Comme ci-dessus. Mai. — Sprée (ibid. p. 341).

315. P. Rubi *Fr.* (Scler. Suec. No. 56; S. M. II, p. 578). — Sur les feuilles du Rubus caesius. Zuidhoek près de Naaldwijk. — Van der Trappen, 1871. (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 264).

316. P. Medicaginis *Lib.* (Cr. Ard. No. 176; *Desm.* Pl. Cr. de Fr. 1e S., 1e Ed. No. 1349, 2e Ed. No. 749; Rab.

Hb. Myc. Ed. nova, No. 311). — Sur les feuilles du Medicago Lupulina. Limbourg, 1871. — VAN DER SANDE LACOSTE. Pl. XII, Fig. 30. (ibid. p. 263).

RHYTISMA.

317. R. Andromedae *Fr.* (S. M. II, p. 566). — Sur les feuilles de l'Andromeda polifolia. Helenaveen, 1871. — VAN DER SANDE LACOSTE (ibid. p. 264).

HYSTERIUM.

318. H. commune *Fr.* (S. M. II, p. 589). — Sur les tiges d'un Rumex. Zuidhoek près de Naaldwijk. — VAN DER TRAPPEN (ibid. p. 182).

319. H. petiolare *A. S.* (Consp. p. 59; FR. S. M. II, p. 593). — Sur les pétioles et les nervures de l'Acer Pseudoplatanus. Boekhorst près de Lochem. — SPRÉE (*Nederl. kruidk. Archief*, V, p. 341).

LOPHIUM.

320. L. mytilinum *P.* (Syn. p. 97; FR. S. M. II, p. 533). — Sur le bois. Boekhorst près de Lochem. — SPRÉE (*Nederl. kruidk. Archief*, V, p. 344).

e. SPHAERIACEI.

NECTRIA.

321. N. chrysitis *Wallr.* (Comp. II, p. 841, sub Sphaeria); KICKX (Pl. Cr. des Fl. I, p. 320). — Sur le bois carié. Amsterdam. — OUDEMANS (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 182).

322. N. Citrum *Wallr.* (Comp. II, p. 78) OUD. = N. citrina *Fr.* S. V. Sc. p. 388. — Sur le bois pourri de l'Aune. Zuidhoek près de Naaldwijk. — VAN DER TRAPPEN. — Périthèces épars, d'un jaune orangé. Spores incolores, longues de $\frac{12-14}{1000}$ millim., larges de $\frac{4\frac{1}{2}-6}{1000}$ millim., biloculaires, allongées-elliptiques ou oblongues, arrondies aux

deux extrémités. Chaque thèque contient 8 spores sur une seule rangée.

323. N. Cucurbitula *Tode* (Fungi Meckl. II, p. 38, sub Sphaeria) Fr. (S. V. S. p. 388). — Sur les aiguilles et les branches des Sapins. Mai. Boekhorst près de Lochem. — Sprée (*Nederl. kruidk. Archief*, V, p. 343).

XYLARIA.

324. X. longipes *Nitschke* (Pyrenom. Germ. p. 14). — Sur le bois pourri de caisses à arbustes dans le jardin botanique d'Amsterdam. — Oudemans (ibid. 2e S. I, p. 183).

325. X. filiformis *A. S.* (Consp. p. 2, t. 3, f. 5). Fr. (S. V. S. p. 382). — Sur les aiguilles des Conifères. Zuidhoek près de Naaldwijk et Doorn. — Van der Trappen et Oudemans (ibid.).

DOTHIDEA.

326. D. Caricis *Fr.* (S. V. S. p. 387; Sphaeria Caricis ej. S. M. II, p. 435). — Sur les feuilles d'un Carex. Nijkerk. — Stolz.

Du D. rimosa Fr., auquel M. Nitschke a donné tout récemment le nom de Scirrhia rimosa, on trouve figurées une thèque et une spore. Pl. XIII, fig. 31.

MELANCONIS.

327. M. Alni *Tul.* (Sel. Carp. Fung. II, p. 122, t. 21, f. 19—33). — Sur les branches de l'Alnus glutinosa. Amsterdam. — Oudemans. Pl. V, Fig. 4. (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 183).

VALSA.

328. V. Aesculi *Fuck.* (Symb. Myc. p. 193 sub Cryptospora) Oud. (Nederl. kruidk. Archief, 2e S., I, p. 183). — Sur les branches de l'Aesculus Hyppocastanum. Amsterdam. — Oudemans. Pl. V, Fig. 5.

329. V. Hystrix *Tode* (Fung. Meckl. II, p. 53). Oud. (ibid. p. 264). — Sur la vieille écorce de l'Acer Pseudoplatanus. Naaldwijk. — Van der Trappen. Pl. XIII, Fig. 32.

330. V. dissepta *Fr.* (S. V. S. p 411; Sph. dissepta ej. S. M. II, p. 392). — Sur les branches de l'Ulmus campestris. Amsterdam. — OUDEMANS. Pl. V, Fig. 6. (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 183).

331. V. Frit *Fr.* (S. M. II, p. 395). — Sur les branches de l'Acer Negundo. Zuidhoek près de Naaldwijk. — VAN DER TRAPPEN (ibid.).

332. V. deplanata NEES (in litt. ad RAB. sub Sphaeria); SPRÉE (Nederl. kruidk. Archief, V, p. 345). — Sur les branches du Pirus Malus. Boekhorst près de Lochem. — SPRÉE.

333. V. convergens *Tode* (Fungi Meckl. II, p. 39, t. XIV, f. 111) FR. (S. V. S. p. 412). — Sous l'écorce des branches du Hêtre. Comme ci-dessus. — SPRÉE (ibid.).

334. V. Innesii *Curr.* (Linn. Trans. XXII, p. 281, t. 48, f. 116). — Sur les branches de l'Acer Pseudoplatanus. Zuidhoek près de Naaldwijk. — VAN DER TRAPPEN. Pl. IV, Fig. 3. (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 183.).

CUCURBITARIA.

335. C. macrospora *Desm.* (Ann. Sc. nat A⁰. 1848, p. 350; Pl. Cr. de Fr. 1e S., 1e Ed. No. 2056; 2e Ed. No. 1756); TUL. (Sel. Fung. Carp. II, p. 221, t. 26, f. 6—14). — Sur la vieille écorce du Bouleau. Zuidhoek près de Naaldwijk. — VAN DER TRAPPEN Pl. VI, Fig. 7. (*Nederl kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 183).

336. C. occultata *Fr.* (El. II, p. 72, sub Sphaeria = Sph. rugosa *Wallr.*, Consp. p. 780). — Sur les branches du Syringa vulgaris. Comme ci-dessus. Pl. VI, fig. 8. Les thèques ont $\frac{102}{1000}$ millim. en longueur, $\frac{13}{1000}$ millim. en largeur; les spores $\frac{16}{1000}$ millim. en longueur, $\frac{8}{1000}$ millim. en largeur. (ibid.).

LOPHIOSTOMA.

337. L. arundinis *Fr.* (S. M. II, p. 501, sub Sphaeria) DE NOT. (Schema di Cl. p. 46). — Sur les feuilles du Phragmites communis. Rotterdam, 1870. — OUDEMANS. Pl. XIII, Fig. 33. (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p 264).

SPHAERIA.

338. S. Junci *Fr.* (?) (S. M. II, p. 428). — Sur les feuilles et les tiges du Juncus glaucus. Zuidhoek près de Naaldwijk. — Van der Trappen. 1871. — Nos échantillons n'appartenaient positivement pas au genre Dothidea, mais à un Sphaeria du groupe des Seriatae. Les périthèces étaient tout à fait libres et entièrement remplis de thèques et de paraphyses. Les théques avaient $\frac{56}{1000}$ millim. de longueur et $\frac{7}{1000}$ millim. de largeur; les spores, longues de $\frac{14}{1000}$ millim. et larges de $\frac{2\frac{1}{3}}{1000}$ millim., étaient placées obliquement les unes au-dessus des autres en une seule rangée, fusiformes, pointues aux deux bouts, de couleur claire, et partagées en 4 loges par 3 cloisons horizontales. Pl. XIII, fig. 35. (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p 264).

339. S. Brassicae *Kl.* (in litt. ad Berkeley, Eng. Fl. V, p. 261; Cooke, Brit. Fung. p. 856; Currey, Linn. Trans, XXII, t. 57, f. 23). — Sur des tronçons de choux. Zuidhoek près de Naaldwijk. — Van der Trappen. Automne de 1871.

Les jeunes spores ont aux deux extrémités un appendice cylindrique, transparent, gélatineux, un peu courbé, tandis que les spores plus vieilles n'en présentent qu'un seul ou même pas du tout. M. Berkeley, Cooke et Currey paraissent n'avoir observé que de vieilles spores, sans appendices. — Pl. XIII, fig. 34. (ibid.).

340. S. crinita *P.* (Syn. p. 72; Fr. S. M. II, p. 450). — Sur du bois pourri. Boekhorst près de Lochem. — Sprée (*Nederl. kruidk. Archief*. V, p. 343).

341. S. pomiformis *P.* (Syn. p. 65; Ic. pict. t. 5, f. 4 et 5; Fr. S. M. II, p. 455). — Sur le bois mort de l'Aune. Boekhorst près de Lochem Févr. — Sprée (ibid.).

342. S. insculpta *Fr.* (Elench. II, p. 95.) Sur les branches de l'Ilex Aquifolium Naaldwijk et Amsterdam. — Van der Trappen et Oudemans. — Les thèques sont longues

de $\frac{150}{1000}$ millim., larges de $\frac{15-20}{1000}$ millim., allongées-cylindriques, presque sessiles. Les spores, disposées obliquement les unes au-dessus des autres sur deux rangées, ont $\frac{70}{1000}$ millim. de longueur et $\frac{7}{1000}$ millim. de largeur; dans le jeune âge elles sont très fortement courbées, étranglées au milieu, remplies d'un plasma verdâtre, dans lequel on observe une vacuole à chaque extrémité; les vieilles spores sont plus droites, divisées par une cloison horizontale en deux moitiés égales, sans vacuoles. Chacune de ces moitiés est lancéolée, un peu plus étroite aux deux extrémités qu'au milieu, translucide, incolore, dans quelques cas biloculaire. — Pl. VI, fig. 9. (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 184).

343. S. dryina *P.* (Syn. p. 58; Fr. S. M. p. 473, sub. S. pilifera; S. V. S. p. 392). — Sur du bois de Sapin. Boekhorst près de Lochem. Févr. — SPRÉE (*Nederl. kruidk. Archief*, V, p. 344).

344. S. cirrhosa *P.* (Syn. p. 59; Ic. pict. t. 24, f. 3; FR. S. M. II, p. 475). — Sur le bois ramolli et carié du Sapin. Comme ci-dessus. — SPRÉE. (ibid.).

345. S. Salicella *Fr.* (S. M. II, p. 377). — Sur les branches du Salix viminalis. Zuidhoek prés de Naaldwijk. — VAN DER TRAPPEN. Pl. VII, fig. 10. (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 184).

346. S. sphingiophora *Oud.* (Nederl. kruidk. Archief, 2e S., I, p. 184). — Sur les branches du Cornus alba. Zuidhoek près de Naaldwijk. — VAN DER TRAPPEN. — Perithecia sparsa, infra epidermidem nidulantia, demum erumpentia, collo brevissimo, poro rotundo perforato praedita. Asci oblongi, 8-spori, $\frac{60}{1000}$ mill. longi, $\frac{12}{1000}$ mill. lati; sporae oblique distichae, $\frac{17}{1000}$ mill. longae, $\frac{5}{1000}$ mill. latae, oblongae, utrinque obtusae, rectae vel parum curvatae, septo tamquam annulus prominente biloculares. — Pl. VII, Fig. 11.

347. S. clypeata *Nees* (Syst. p. 315 et Index, Tab. p. 84; fig. 355; COOKE Brit. Fung. p. 889). — Sur les branches mortes des Rubus. Boekhorst près de Lochem. — SPRÉE (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e S., I, p. 344).

348. S. erythrospora *Riess.* (Hedwigia?) = S. Urticae *Cooke* (Brit. Fung. p. 899) = Rhaphidospora Urticae *Rab.* (Herb. Myc. ed. 2, No. 745) = Rhaphidospora erythrospora *Oud.* (*Nederl. kruidk. Archief*, 2e Ed., I, p. 265 et RAB. Fung. Eur. No. 1555). — Sur les tiges mortes des Urtica. Bloemendaal. OUDEMANS. — Thèques longues de $\frac{120-160}{1000}$ millim., larges de $\frac{9-10}{1000}$ millim.; spores longues de $\frac{120-160}{1000}$ millim., larges de $\frac{2}{1000}$ millim., aciculaires, entortillées les unes autour des autres et d'un brun très clair à l'intérieur des thèques, droites ou légèrement courbées en dehors des thèques, multiloculaires, renflées-noduleuses en deux points au milieu. Pl. XIII, fig. 36.

SPHAERELLA.

349. S. Hederae *Cooke* (Brit. Fung. p. 921; non *S. Helicicola* DESM., neque *S. papulosa* DUR. et MONT.). — Sur les feuilles du Lierre. Amsterdam. Oct. 1872. — OUDEMANS. — Thèques longues de $\frac{70}{1000}$ millim., larges de $\frac{12}{1000}$ millim.; spores fusiformes, pointues aux deux extrémités, 2—4-loculaires, les deux loges du milieu plus grandes et un peu renflées; incolores, longues de $\frac{20}{1000}$ millim., larges de $\frac{3\frac{1}{2}}{1000}$ millim.

STIGMATEA.

350. S. Geranii *Fr.* (S. V. S. p. 421; Dothidea Geranii in S. M. II, p. 558). — Sur les feuilles du Geranium dissectum. Amsterdam, Mai 1872. — Thèques longues de $\frac{40}{1000}$ millim., larges de $\frac{6-8}{1000}$ millim. Spores longues de $\frac{4}{1000}$ millim.,

larges de $\frac{2}{1000}$ millim., transparentes, incolores, presque claviformes. Périthèces petits, libres, en groupes sur des taches discolores.

Récapitulation.

Il résulte de ce qui précède, que depuis 1867 le nombre des Champignons connus de la Néerlande s'est accru de 350. En 1866, après l'apparition de la partie mycologique du Prodromus Florae Batavae, ce nombre s'élevait à environ 1332; en 1867, après la publication de mes premiers „Matériaux" dans ces Archives, à 1496; aujourd'hui enfin, à 1846.

Les genres dont il est pour la première fois fait mention dans la présente notice sont les suivants: Eccilia (sous Agaricus), Sistotrema, Phlebia, Craterellus, Pistillaria, Hymenula, Splanchnomyces, Carcerina, Cribraria, Piggotia, Dinemasporium, Discella, Conoplea, Caeoma, Ceratium, Myrothecium, Macrosporium, Goniosporium, Zygodesmus, Gonytrichum, Ramularia, Scolicotrichum, Cylindrosporium, Acrocylindrium, Polydesmus, Antennaria, Gyromitra, Spathulea, Desmazierella, Pseudopeziza, Patellaria, Polynema, Saccobolus, Agyrium, Propolis, Exoascus, Lophium, Melanconis, Valsa, Cucurbitaria, Lophiostoma, Sphaerella et Stigmatea.

Dans le travail actuel, le genre Agaricus a été augmenté de 23 espèces, Cortinarius, Russula, Cantharellus, Nyctalis et Marasmius chacun de 1, Polyporus de 5, Merulius de 1, Hydnum de 7, Sistotrema de 2, Phlebia de 1, Craterellus de 1, Thelephora de 2, Corticium de 2, Cyphella de 1, Clavaria de 4, Typhula, Pistillaria, Exidia chacun de 1, Dacrymyces de 2, Hymenula de 1, Splanchnomyces de 1, Geaster de 2, Lycoperdon de 4, Lycogala et Diderma chacun de 1, Leocarpus de 2, Carcerina de 1, Didymium de 4, Physarum de 2, Craterium de 1, Stemonitis de 3, Cribraria et Trichia chacun de 2, Nodularia de 1, etc.

En tout, on trouve ici, nommés pour la première fois, 260 Sporifères et 90 Sporidifères, qui se distribuent de la manière suivante entre les diverses subdivisions:

SPORIFERA.

	Nommés ici pour la première fois.	Connus antérieurement.	Total.
HYMENOMYCETES.			
Agaricini.	28	358	413
Polyporei	6	93	99
Hydnei	10	13	23
Auricularini . .	6	34	40
Clavariei.	6	31	37
Tremellinei . . .	4	12	16
	60	568	628
GASTEROMYCETES.			
Hypogei	1	1	2
Phalloidei. . . .	0	3	3
Trichogastres. .	6	20	26
Myxogastres . .	19	44	63
Nidulareacei . .	1	5	6
	27	73	100
CONIOMYCETES.			
Sphaeronemei .	65	151	216
Melanconiei. . .	16	17	33
Torulacei	10	14	24
Pucciniacei . . .	12	45	57
Caeomacei. . . .	27	117	144
Protomycetei. .	1	1	2
	131	345	476
HYPHOMYCETES.			
Isariacei.	14	30	44
Dematiei.	11	28	39
Mucedines. . . .	26	56	82
Sepedoniei. . . .	1	8	9
Trichodermacei	0	7	7
	52	129	181

SPORIDIIFERA.

	Nommés ici pour la première fois.	Connus antérieurement.	Total.
PHYSOMYCETES.			
Antennariei. . .	1	2	3
Mucorini	1	14	15
	2	16	18
ASCOMYCETES.			
Perisporiacei. .	1	28	29
Helvellacei . . .	49	102	151
Tuberacei	1	2	3
Phacidiacei. . .	7	35	42
Sphaeriacei. . .	30	188	218
	88	355	443

Sporifera	HYMÉNOMYCETES	628	1385
	GASTEROMYCETES	100	
	CONIOMYCETES	476	
	HYPHOMYCETES	181	
Sporidiifera	PHYSOMYCETES.	18	461
	ASCOMYCETES.	443	
	Total général . . .	1846	

Le nombre des Hyménomycétes s'est accru de 10,5 pCt., celui des Gastéromycètes de 37 pCt., celui des Coniomycètes de 38 pCt., celui des Hyphomycètes de 40,3 pCt., celui des Physomycètes de 12,5 pCt., enfin celui des Ascomycètes de 25 pCt.

La seule flore mycologique complète d'une partie de l'Europe, que nous possédions à ma connaissance, celle de l'Angleterre [1]), donne la description de 2809 champignons, divisés comme il suit:

[1]) M. C. Cooke, *Handbook of British Fungi*, London 1871. f. 13,65.

Hymenomycetes	1044
Gasteromycetes.	160
Coniomycetes	433
Hyphomycetes	240
Physomycetes.	25
Ascomycetes	907
	2809

L'Angleterre est donc plus riche que nous, en espèces connues, de:

Hymenomycetes	416
Gasteromycetes	60
Hyphomycetes	59
Physomycetes	7
Ascomycetes	464

Par ces chiffres, ainsi que par ce que nous savons de la flore mycologique des pays voisins, on peut juger que l'extension des connaissances relatives à nos champignons indigènes dépendra en premier lieu de l'étude soignée des Hyménomycètes et des Ascomycètes.

Le nombre des Coniomycètes connus en Néerlande est à peu près égal à celui de l'Angleterre. On pourrait croire, il est vrai, d'après nos chiffres, que nous en avons une quarantaine d'espèces de plus; mais cette supériorité est purement apparente. Nous avons en effet énuméré comme espèces distinctes les Uredo, qui appartiennent à la chaîne de développement des Puccinia, Phragmidium, Uromyces, etc., tandis que chez M. Cooke ils ne portent pas de numéro propre, mais sont réunis à leurs formes supérieures.

Dans les Gastéromycètes, c'est surtout parmi les espèces cachées sous terre, les Hypogées, et parmi les Myxomycètes, qu'il reste chez nous beaucoup de découvertes à faire. La connaissance de nos Mucorinées et de nos Saprolegniacées laisse également encore beaucoup à désirer, et tirerait grand profit de la culture artificielle de ces plantes.

Comme je continue à consacrer tous mes loisirs à l'étude de notre flore mycologique, j'espère qu'il ne se passera pas un temps trop long avant que je sois à même de faire suivre le présent travail d'une troisième série de Matériaux.

Explication des Planches.

Pl. IV, fig. 1. *Diplodia Ilicicola* Desm. A gauche, un fragment du champignon entier. A droite, quelques spores mûres séparées.

„ 2. *Didymosporium atrocoeruleum* Oud.
a. Spores jeunes, uniloculaires.
b. Spores mûres, biloculaires.
c. Portion d'une touffe à spores non mûres.

„ 3. *Diaporthe Innesii* Curr. (*Valsa*) Fl.
a. Thèque remplie de spores.
b. Une spore séparée.

Pl. V, „ 4. *Melanconis Alni* Tul.
a. Thèque remplie de spores.
s. Deux spores séparées.

„ 5. *Valsa Aesculi* Fuck. (*Cryptospora*) Oud.
a. Thèque remplie de spores.
s. Quelques spores séparées.

„ 6. *Valsa dissepta* Fr.
a. Thèque remplie de spores.
s. Deux spores séparées.

Pl. VI, „ 7. *Cucurbitaria macrospora* Tul.
a. Thèque remplie de spores, accompagnée de quelques paraphyses.
s. Une spore biloculaire et deux spores quadriloculaires.

„ 8. *Cucurbitaria occultata* Fr. (Sphaeria) = *Sphacria rugosa* Wallr.
a. Thèque remplie de spores.
s. Une spore séparée.

fig. 9. *Sphaeria insculpta* Fr.
a. Thèque remplie de spores.
s. Spores jeunes, s.'spores mûres.

Pl. VII, „ 10. *Sphaeria Salicella* Fr.
a. Thèque remplie de spores.
s. Spores séparées.
„ 11. *Sphaeria sphingiophora* Oud.
A gauche, une thèque remplie de spores.
A droite, quelques spores séparées.

Pl. VIII, „ 1. *Sphaeriopsis mutica* B. Br.
a. Périthèce.
b. Quelques spores séparées.
„ 2. *Diplodia herbarum* Fr.
Quelques spores séparées.
„ 3. *Diplodia Mamma* Fl.
a. Spores supportées par leurs stérigmates.
b. Spores séparées.
„ 4. *Diplodia mutila* Fr.
Quelques spores séparées.
„ 5. *Hendersonia Caricis* Oud.
a. Périthèce.
b. Spores séparées.
„ 6. *Hendersonia mutabilis* B. Br.
a. Spores encore fixées sur leurs stérigmates.
b. Spores mûres détachées.

Pl. IX, „ 7. *Hendersonia Typhae* Oud.
a. b. c. Spores de divers âges.
„ 8. *Septoria Ranunculi* West.
a. Quelques spores.
„ 9. *Septoria Rhamni* Oud.
a. Spores fixées à leurs stérigmates.
b. Spores détachées.

fig. 10. *Septoria Ribis* Desm.
a. Quelques spores.
„ 11. *Septoria Villarsiae* Desm.
a. Quelques spores.
„ 12. *Discella platyspora* B. Br.
a. Stérigmates.
b. Spore avec son stérigmate.
c. Spores détachées.
„ 13. *Coryneum disciforme* Kze.
A droite, en bas: Plusieurs spores sur leurs longs stérigmates, et quelques paraphyses.
Id., en haut: Une spore coupée horizontalement.
A gauche: Une partie du groupe à droite, plus fortement grossie.

Pl. X, „ 14. *Gloeosporium Daphnes* Oud.
a. Spores plongées dans du mucus.
b. Les mêmes, sur leurs stérigmates.
c. Les mêmes, détachées et grossies davantage.
„ 15. *Gloeosporium Fagi* Fl.
a. Spores séparées.
„ 16. *Gloeosporium Platani* Oud.
a. Spores séparées.
„ 17. *Gloeosporium Populi* Desm.
a et *b.* Spores vues à des grossissements différents.
„ 18. *Gloeosporium Potentillae* Desm. et Oud.
a. Spores sur leurs stérigmates.
b. Spores détachées.
„ 19. *Gloeosporium Robergei* Desm.
a. Spores séparées.
„ 20. *Gloeosporium Tiliae* Oud.
a. Spores séparées.

Pl. XI, „ 21. *Puccinia Sonchi* Rob.

a. Coupe verticale d'une petite portion d'une feuille attaquée. On voit ici les logettes formées par les paraphyses et remplies de spores 1-loculaires longuement pédicellées.

b. Spores séparées, dont une biloculaire.

fig. 22. *Lecythea Phragmitidis* Oud.

a. Petit amas de spores, avec les cystides qui l'entourent.

b. Cystides séparées.

c. Spores séparées.

„ 23. *Fusarium pyrochroum* Desm.

a. Spores, fortement grossies.

„ 24. *Helminthosporium fusisporium* Berk.

Pl. XII, „ 25. *Septosporium bulbotrichum* Cda.

„ 26. *Cladosporium Lythri* West.

„ 27. *Didymosporium pyriforme* Rab.

„ 28. *Ramularia obovata* Fl.

a. Petite portion de la plante entière.

b. Spores séparées, grossies davantage.

„ 29. *Isariopsis carnea* Oud.

a. Plante entière.

b. Spores séparées, grossies davantage.

„ 30. *Phacidium Medicaginis* Lib.

a. Thèque remplie de spores et accompagnée de quelques paraphyses.

b, *c*, *d*. Thèques d'âges divers, sans paraphyses.

e. Spores séparées.

Pl. XIII, „ 31. *Scirrhia rimosa* Fl. (= *Dothidea rimosa* Fr.).

a. Thèque remplie de spores.

b. Une spore séparée.

„ 32. *Valsa Hystrix* Tode (*Sphaeria*) Oud.

a. Thèque remplie de spores.

b. Une spore séparée.

fig. 33. *Lophiostoma Arundinis* Nke.
a. Thèque remplie de spores.
b. Spores séparées.

„ 34. *Sphaeria Brassicae* Kl.
a. Thèque remplie de spores.
b. Spores, grossies davantage. Des deux spores pourvues chacune de deux appendices caudiformes, celle du bas est enveloppée d'une atmosphère de mucus. En bas, à droite, est figurée une spore plus mûre, ne présentant qu'un seul appendice.

„ 35. *Sphaeria Junci* Fr.
a. Thèque remplie de spores.
b. Spores séparées.

„ 36. *Sphaeria erythrospora* Riess.
a. Thèque remplie de spores.
b. Spores séparées.

ARCHIVES NÉERLANDAISES

DES

Sciences exactes et naturelles.

SUR LA

THÉORIE DES RÉSONNATEURS,

PAR

C. H. C. GRINWIS.

Le mouvement du son à l'intérieur des corps creux dont les dimensions sont petites comparativement à la longueur de l'onde, a été étudié en 1859 par M. Helmholtz, dans son Mémoire: *Theorie der Luftschwingungen in Röhren mit offenen Enden* [1]). Ce savant est parti des équations générales du mouvement pour le son dans l'air, et il a considéré des corps où la grandeur de l'ouverture est petite par rapport à la surface de la cavité. La hauteur de ton, qu'il a trouvée pour ces corps, s'accorde d'une manière satisfaisante avec les résultats expérimentaux obtenus par M. Sondhauss et M. Wertheim.

A la fin de 1870 a paru un Mémoire de M. Strutt, de Cambridge, *On the theory of Resonance* [2]). Ce travail, qui traite presque exclusivement des résonnateurs, est d'une tout autre nature que les recherches purement théoriques de M. Helmholtz. Le but principal de M. Strutt est d'étudier l'influence des différentes formes de l'ouverture, pour comparer ensuite ses résultats théoriques avec l'expérience, c'est-à-dire, avec le ton qu'il obtenait en soufflant.

[1]) Borchardt, *Journal*, t. LVII, p. 1—72.

[2]) *Philos. Transact. of the R. S. of London*, 1871, Vol. CLXI, p. 77—118.

Préalablement il donne, d'un manière très succincte (en *deux* pages de son Mémoire), une méthode spéciale pour la détermination de la hauteur du ton, qui dans un cas particulier conduit aux mêmes résultats qu'on trouve chez M. Helmholtz. Cette méthode repose sur la transformation périodique de la force vive du mouvement sonore en énergie potentielle, et elle paraît avoir une grande importance pour la théorie du son dans des masses d'air limitées, aussi bien que pour la doctrine de la résonnance en général.

Les développements présentés par M. Strutt étant toutefois en partie fautifs et en partie susceptibles de simplification, et l'exposé de la méthode elle-même laissant non-seulement beaucoup à désirer sous le rapport de la clarté, mais devenant aussi inexact par trop de concision, il semble nécessaire de reconstruire entièrement cette méthode, de la relier à la théorie de M. Helmholtz et d'établir les déductions avec plus de rigueur.

A cet effet, nous voulons déterminer d'abord la hauteur du ton d'un résonnateur pour le cas où l'ouverture est un trou circulaire, de dimension relativement petite.

En second lieu, nous nous occuperons de la grandeur de la résonnance. M. Helmholtz a déterminé la hauteur du ton des résonnateurs par la condition que la résonnance soit un maximum; mais il n'a pas fixé la valeur absolue ou relative de ce maximum. M. Strutt ne dit pas un mot de l'intensité du son. Pourtant on trouve que le principe sur lequel sa méthode repose fournit le moyen de déterminer l'intensité relative, c'est-à-dire le renforcement du résonnateur. En adoptant pour l'intensité du son une définition qui se présente tout naturellement, on arrive à une loi simple pour la grandeur de la résonnance. De celle-ci se déduisent des conséquences assez intéressantes, relativement au timbre du ton des résonnateurs, et aux dimensions qu'il faut donner au réservoir pour obtenir une résonnance énergique.

Soient S le volume d'un résonnateur, r le rayon de l'ouverture circulaire par laquelle pénètre le son, ouverture qui est petite par

rapport aux dimensions linéaires du vaisseau; soit $k = \frac{2\pi}{\lambda}$, où λ représente la longueur d'onde, tandis que $n = \frac{a}{\lambda} = \frac{1}{\tau}$ détermine la hauteur du ton.

Lorqu'une onde sonore, dont la longueur est grande comparativement aux dimensions du réservoir, se propage dans une direction perpendiculaire au plan de l'ouverture, de l'air pénètre pendant $\frac{1}{4}$ de période dans le réservoir; par suite, l'air à l'intérieur de la capacité est condensé, de sorte qu'il se fait une transformation de force vive en énergie potentielle. Après cet intervalle de temps, l'air comprimé se dilatera et il s'opérera une transformation en sens opposé. Le mouvement sonore de l'air, conçu comme une transformation périodique de ces deux états, donne le moyen de déterminer la durée de vibration de l'onde sonore, dont le mouvement peut être entretenu et renforcé par l'air contenu dans le vaisseau.

M. Helmholtz a montré, dans le Mémoire cité plus haut, que dans le cas où l'ouverture du réservoir est relativement petite et où la forme du vaisseau n'est pas telle que deux sections voisines infiniment petites puissent y séparer un volume fini, en d'autres termes, dans le cas ordinaire, le mouvement sonore d'un *ton uniformément soutenu*, d'une longueur d'onde relativement grande, ne peut avoir une valeur finie que dans une très petite portion du réservoir; pour la plus grande portion du vaisseau ce mouvement est nul. Nous sommes donc autorisés à admettre que dans cette très petite portion seule il existe exclusivement de l'énergie actuelle, et que dans tout le reste, qui diffère très peu de la capacité entière du résonnateur, l'énergie sonore apparaît exclusivement sous la forme potentielle. C'est seulement près de l'ouverture que du mouvement a lieu; à l'intérieur du réservoir, l'air agit, par la résistance qu'il oppose à la compression, comme un ressort. Cette hypothèse, qui en présence du résultat obtenu par M. Helmholtz est légitime, simplifie considérablement le calcul, attendu qu'elle nous met en état de déterminer, pour un moment donné, l'énergie actuelle et potentielle de l'air renfermé dans le vaisseau.

Pour arriver à cette détermination, supposons, ce qui est permis à cause de la faible condensation de l'onde pénétrante, que dans le temps dt un volume d'air de la densité constante ϱ_0 s'introduise dans le résonnateur. Soit ce volume

$$dV = V'dt; \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

la grandeur périodique V', provenant de l'onde sonore d'un ton composé harmonique, pourra alors, d'après la série de Fourier, être représentée sous la forme

$$V' = C_0 + C_1 \cos(2\pi mt + \tau_1) + C_2 \cos(4\pi mt + \tau_2) + \text{enz.}$$
$$= \Sigma\, C_a \cos(2\pi amt + \tau_a) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

Bornons-nous d'abord au ton simple, au ton fondamental, de sorte que

$$V' = \frac{dV}{dt} = C_1 \cos(2\pi mt + \tau_1) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

Comptons le temps à partir du moment où la pénétration commence; après le temps t un volume

$$\int_0^t \frac{dV}{dt}\, dt = V \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

se sera introduit.

Déterminons en premier lieu l'énergie actuelle à ce moment, en d'autres termes, la force vive de l'air contenu dans le réservoir après le temps t.

Soit ψ le potentiel de vitesse du mouvement sonore; nous savons (*voir* Helmholtz *l. c.*, p. 15) que pour les points de l'espace où la masse d'air n'est influencée par aucune force variable, pouvant occasionner des vibrations sonores, là, par conséquent, où il n'y a pas de source sonore, on a

$$\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{d^2\psi}{dy^2} + \frac{d^2\psi}{dz^2} + k^2\psi = 0$$

ou

$$\Delta^2\psi + k^2\psi = 0, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

x, y et z représentant les coordonnées du point où le potentiel est pris, tandis que $k = \frac{2\pi}{\lambda}$, lorsque λ est la longueur d'onde.

L'équation (5) s'applique donc à l'espace entier de notre réservoir.

Comme on le sait, le théorème de Green donne, G et H étant des fonctions quelconques des coordonnées,

$$\int G\,\Delta^2 H\,dv = \int G\,\frac{dH}{dn}\,ds - \int \frac{dH}{dh}\cdot\frac{dG}{dg}\cos\delta.\,dv,$$

où dv est l'élément d'un espace limité, ds l'élément de sa surface, n la normale extérieure, δ l'angle entre deux normales h et g érigées aux surfaces $H =$ const. et $G =$ const. dans l'élément dv.

Si nous faisons $G = H = \psi$, il vient:

$$\int \psi\,\Delta^2\,\psi\,dv = \int \psi\,\frac{d\psi}{dn}\,ds - \int\left(\frac{d\psi}{dN}\right)^2 dv \;\ldots\ldots\; (6)$$

où N est la normale à la surface $\psi =$ const.

Prenons l'équation (6) sur l'espace entier du réservoir, on aura, puisque l'éq. (5) s'applique ici:

$$-k^2\int\psi^2\,dv = \int\psi\,\frac{d\psi}{dn}\,ds - \int\left(\frac{d\psi}{dN}\right)^2 dv \;\ldots\ldots\; (7)$$

Regardons maintenant la densité de l'air introduit comme constante pendant la durée du mouvement, savoir, comme $= \varrho_0$, densité de l'air extérieur sous la pression existante p_0; il suit alors, si V représente la vitesse du mouvement à l'intérieur du réservoir, pour la force vive T de l'air à l'intérieur du réservoir

$$T = \tfrac{1}{2}\,\varrho_0\int V^2\,dv = \tfrac{1}{2}\,\varrho_0\int\left(\frac{d\psi}{dN}\right)^2 dv,$$

donc, à cause de (7):

$$T = \tfrac{1}{2}\,\varrho_0\int\psi\,\frac{d\psi}{dN}\,ds + \tfrac{1}{2}\,\varrho_0\,k^2\int\psi^2\,dv \;\ldots\ldots\; (8)$$

Cette équation doit être appliquée au petit espace près de l'ouverture, où le mouvement a une valeur finie (c'est aussi là seulement que la densité peut être regardée comme constante); par conséquent, si nous prenons pour la surface de l'ouverture une surface

$$\psi_a = \text{const.}$$

et pour la surface limite à l'intérieur du réservoir une surface

$$\psi_b = \text{const.}$$

l'équation doit être appliquée à l'espace circonscrit par ces deux surfaces et par la surface du résonnateur. Pour cette dernière, on a la vitesse normale ou $\frac{d\psi}{dn} = 0$, et de même pour la surface ψ_b (qui est en même temps la valeur constante du potentiel dans le reste du vaisseau, où il n'y a pas de mouvement).

Comme d'ailleurs, pour ce petit espace, la seconde intégrale, affectée du petit facteur k^2, peut être négligée (nous reviendrons plus loin sur ce point), l'éq. (8), combinée avec (1), donne:

$$T = \tfrac{1}{2}\,\varrho_0\,\psi_a \int \frac{d\psi}{dn}\,ds = -\tfrac{1}{2}\,\varrho_0\,\psi_a\,V' \quad \ldots\ldots\ldots \quad (9)$$

Pour déterminer ψ_a, nous remarquons que, d'après une relation établie par M. Helmholtz (*l. c.*, p. 20), le potentiel de vitesse du mouvement sonore suit les mêmes lois qui, pour la fonction potentielle des masses électriques, s'appliquent aux surfaces couvertes de masses finies en couche infiniment mince.

Figurons-nous donc à l'ouverture une plaque circulaire de rayon r, couverte d'une charge totale q, de telle façon que le potentiel de cette charge sur la plaque soit $= \psi_a =$ const.; il suit alors des lois de la distribution de l'électricité statique:

$$\psi^a = \frac{q\pi}{2r};$$

mais nous avons affaire ici à une charge sur les deux faces latérales, ayant sur chacune la densité ϱ', de sorte que $q = 2\int \varrho' ds$; on a donc:

$$\psi_a = \frac{2\pi \int \varrho'\,ds}{2r}.$$

Ensuite, comme n est toujours la normale dirigée vers l'extérieur, il vient, v étant la vitesse à l'ouverture:

$$\frac{d\psi_a}{dn} = + 2\pi \varrho' = - \mathrm{v}$$

et

$$\psi_a = \frac{-\int \mathrm{v}\, ds}{2r} = \frac{-\mathrm{V}'}{2r} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (10)$$

par suite, (9) se transforme en

$$\mathrm{T} = \tfrac{1}{2}\, \varrho_0\, \frac{\mathrm{V}'^2}{2r} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (\mathrm{I})$$

où V est donné par (3) en fonction de t. T représente alors la force vive, ou l'énergie actuelle, à l'intérieur du résonnateur après le temps t.

Remarquons encore que le second terme de (8), en vertu de (10), se change par approximation en

$$\tfrac{1}{2}\, \varrho_0\, k^2\, \psi_a{}^2\, v = \tfrac{1}{2}\, \varrho_0\, k^2\, \frac{\mathrm{V}'^2}{4r^2}\, v\,;$$

Faisant le petit espace v égal à la capacité du cylindre qui a pour section l'ouverture et pour longueur une petite grandeur l, le terme ci-dessus prend la forme

$$\tfrac{1}{2}\, \varrho_0\, \pi^3\, \frac{\mathrm{V}'^2}{\lambda^2}\, l\,;$$

or, V′ étant proportionnel à r^2, cette expression devient dans notre cas si petite, qu'elle peut être négligée en toute confiance. Lorsqu'on fait d'autres suppositions au sujet des dimensions relatives de λ, S et r, le terme en question peut acquérir une certaine valeur, mais alors aussi change la distribution ci-dessus indiquée de l'énergie potentielle et actuelle, et l prend par conséquent une tout autre valeur.

Considérons maintenant l'énergie potentielle E qui, après ce même temps t, existe à l'intérieur du réservoir.

A ce moment, le volume V avec la densité ϱ_0 a pénétré dans la partie du réservoir où il y a condensation. Cette partie diffère toutefois si peu, d'aprés ce qui a été dit précédemment, du volume total S du réservoir, que nous pouvons nous servir de celui-ci dans le calcul de la condensation. Nous obtenons alors pour cette condensation γ, ϱ étant la densité à l'intérieur du réservoir,

$$\gamma = \frac{\varrho - \varrho_0}{\varrho_0} = \frac{(V+S)-S}{S} = \frac{V}{S}.$$

La valeur mécanique de cette compression adiabatique, ou le travail nécessaire pour cette compression, se détermine aisément. En effet, comme le volume $V + S = v_0$ est ramené à $S = v_1$, nous avons, p étant la pression variable, p_0 la pression initiale, $k' = \frac{C}{c}$ le rapport des deux chaleurs spécifiques, et $k' - 1 = \lambda_1$:

$$E = \int_{V+S}^{S} -\varrho\, dv = v_0^{k'} \varrho_0 \int_{S}^{V+S} \frac{dv}{v^{k'}} = \frac{v_0^{k'} \varrho_0}{k'-1} \left(v_1^{\;1-k'} - v_0^{1-k'}\right)$$

$$= \frac{v_0 p_0}{\lambda_1} \left(\left(\frac{v_0}{v_1}\right)^{\lambda_1} - 1 \right) = \frac{p_0(V+S)}{\lambda_1} \left\{ (1+\gamma)^{\lambda_1} - 1 \right\}$$

$$= \frac{p_0(V+S)}{\lambda_1} \left\{ \lambda_1 \gamma + \frac{\lambda_1(\lambda_1 - 1)}{1.\ 2.} \gamma^2 + \text{etc.} \right\}$$

$$= p_0(V+S) \left\{ \frac{V}{S} + \frac{\lambda_1 - 1}{2} \left(\frac{V}{S}\right)^2 + \text{etc.} \right\}$$

$$= p_0 \frac{V^2}{S} + p_0 V + \frac{\lambda_1 - 1}{2} p_0 \frac{V^2}{S}$$

$$= p_0 V + \frac{\lambda_1 + 1}{2} p_0 \frac{V^2}{S}$$

$$= p_0 V + \frac{k' p_0}{2} \frac{V^2}{S}$$

et comme on a, si a est la vitesse du son, $a = \sqrt{\frac{p_0 k'}{\varrho_0}}$, il vient

$$E = \frac{a^2 \varrho_0}{2} \frac{V^2}{S} + \frac{a^2 \varrho_0}{k'} V \qquad \text{(II)}$$

E représente l'énergie potentielle ou la valeur mécanique de la compression à l'intérieur du résonnateur après le temps t.

L'énergie *totale* dans le réservoir après le temps t, alors qu'un volume V y a pénétré, devient

$$U = E + T \qquad \text{(III)}$$

Elle est une fonction de V et par conséquent de t, et provient, suivant l'hypothèse, d'un mouvement sonore.

Durant le temps dt s'introduit le volume $dV = V'dt$; en nommant dW l'énergie contenue dans ce volume, on doit avoir

$$dU = dW \qquad \text{(IV)}$$

L'énergie dW du volume $V'dt$ doit donc être une fonction telle de t, qu'elle soit en tout temps égale à l'augmentation correspondante de U. — Lorsqu'une onde émanée de la source sonore et arrivant à l'ouverture satisfait dans toutes ses parties successives à cette condition, elle pénètre régnlièrement, sans aucun trouble. Il s'établit par suite à l'intérieur du réservoir un mouvement périodique, qui satisfait à (5) et est de même durée que celui de la source sonore; le mouvement intérieur est alors parfaitement entretenu, le vaisseau résonne.

Dans ce cas seulement, les valeurs (I) et (II) conviennent pour T et E, et nous pouvons déduire de l'équation (IV) le ton résonnant; elle fait connaître en effet la valeur de n pour laquelle résonne un vaisseau donné.

Pour cela, déterminons dW.

En nommant u la vitesse avec laquelle se fait la pénétration, et σ la grandeur de l'ouverture, on a

$$V' = u\,\sigma \qquad u = \frac{V'}{\sigma}$$

et

$$dW = \tfrac{1}{2} \varrho_0 \left(\frac{V'}{\sigma}\right)^2 u\,\sigma\,dt = \tfrac{1}{2} \varrho_0 \frac{V'^3}{\sigma^2}\,dt$$

(IV) donne donc $$dE + dT = dW,$$

ou $$\frac{a^2 \varrho_0}{S} V V' + \frac{a^2 \varrho_0}{k'} V' + \frac{\varrho_0}{2r} V' V'' = \frac{\varrho_0}{2} \frac{V'^3}{\sigma^2},$$

c'est-à-dire $$\frac{2ra^2}{S} V + \frac{2ra^2}{k'} + V'' = \frac{V'^2}{r\pi^2},$$

et si nous regardons ici comme constant le petit terme du second membre,

$$\frac{d^2V}{dt^2} + \frac{2ra^2}{S} V = h,$$

où $$h = \frac{V'^2}{r\pi^2} - \frac{2ra^2}{k'} = \text{const.};$$

par conséquent $$V = \frac{Sh}{2ra^2} + C' \cos \left(a \sqrt{\frac{(2r)}{S}} t + C''\right) \quad . \; . \; . \; (11)$$

ce qui est un mouvement dont la période τ est déterminée par l'équation

$$a \sqrt{\frac{2r}{S}} \cdot \tau = 2\pi \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (12)$$

On déduit de là la hauteur de ton n que doit avoir la source sonore pour que le vaisseau résonne,

$$n = \frac{a}{2\pi} \sqrt{\frac{2r}{S}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (13)$$

ou $$\lambda = \frac{a}{n} = 2\pi \sqrt{\frac{S}{2r}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (14)$$

On voit en outre que les harmoniques du ton fondamental n, — attendu que leur période τ' est déterminée par (12) en écrivant pour le second membre $\frac{2\pi}{m}$, où m est un nombre entier, — donnent également une résonnance. Toutefois, ceci n'est vrai que si la longueur d'onde de ces tons,

$$\lambda' = \frac{1}{m} \lambda$$

reste grande par rapport aux dimensions du résonnateur; (14) fait connaître immédiatement, pour chaque cas, dans quelle mesure cette condition est satisfaite. Si λ'' est petit, E et T doivent être cherchés par une voie encore inconnue. Ce qui précède permet d'expliquer les tons supérieurs inharmoniques des résonnateurs. Il en résulte que si r est absolument petit, c'est-à-dire si l'ouverture est petite, les premiers harmoniques résonnent, ou, en d'autres termes, le ton fondamental du résonnateur a des harmoniques; ce qui est conforme aux phénomènes que présentent les tuyaux d'orgue étroits. Avec une ouverture large, le résonnateur suivra pour les tons élevés une loi différente; un ton harmonique ne produit alors que la résonnance du ton fondamental, avec lequel les tons supérieurs du résonnateur ne sont pas harmoniques. La même chose s'observe dans les tuyaux d'orgue larges, qui ne font entendre avec force que le ton fondamental.

La loi de Savart, que la durée de vibration des masses d'air de formes semblables est proportionnelle aux dimensions linéaires, que par conséquent la hauteur des tons propres est inversement proportionnelle à ces dimensions, — cette loi est confirmée par l'éq. (13).

La hauteur du ton dépend uniquement, d'après (13), de la grandeur du résonnateur, de la largeur de l'ouverture et de la nature du gaz. La longueur d'onde est, pour un même résonnateur, la même dans des gaz différents.

Lorsque le résonnateur est une sphère du rayon R, les éq. (13) et (14) donnent, en faisant le rapport des diamètres du résonnateur et de l'ouverture $\frac{R}{r} = \Delta$,

$$n = \frac{a}{2\pi R}\sqrt{\frac{3}{2\pi}\frac{r}{R}} = \frac{1}{9}\frac{a}{R}\sqrt{\frac{r}{R}} = \frac{a}{9R\sqrt{\Delta}} \quad \ldots \ldots (15)$$

$$\lambda = 2R\pi\sqrt{\frac{2}{3}\frac{R}{r}\pi} = 9\,R\sqrt{\frac{R}{r}} = 9\,R\sqrt{\Delta} \quad \ldots \ldots (16)$$

Suivant notre hypothèse, ces formules, tout comme (13) et (14), sont exactes seulement lorsque la valeur de Δ est grande; pour

des résonnateurs donnés qui satisfont à cette condition, (15) et (16) sont éminemment propres à déterminer approximativement, par une simple mesure, le ton fondamental. Pour les résonnateurs habituellement employés, l'écart entre les valeurs (15) et (16) et la réalité est quelquefois considérable, parce qu'ils ont une ouverture relativement grande, ce qui, comme on le verra plus loin, est utile pour obtenir une forte résonnance. L'écart est aussi augmenté par une pièce d'ajutage cylindrique et par la pièce en entonnoir qui s'introduit dans l'oreille; les formules peuvent en conséquence, dans certains cas, devenir inapplicables.

Pour des résonnateurs de forme quelconque, on déduit de (14) la relation simple et importante

$$k^2\,S = 2\,r \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (17)$$

Remarquons enfin que, à proprement parler, la capacité du conduit auditif concourt avec celle du réservoir à déterminer S, de sorte que la valeur de n d'après (13) devient trop grande quand on prend pour S le volume du résonnateur. Le vrai ton résonnant est donc plus bas que celui indiqué par la formule. En partie toutefois il y a compensation, en ce que, pour le volume où se fait la condensation, nous avons pris celui du vaisseau entier, par conséquent un volume trop grand.

Considérons maintenant la grandeur de la résonnance, c'est-à-dire le renforcement que le résonnateur donne au ton.

Le principe de la méthode exposée et les résultats obtenus par son développement nous mettent à même de porter un jugement sur l'intensité du son qu'on perçoit avec le résonnateur.

L'idée la plus naturelle, quand il s'agit d'apprécier l'intensité du son développé dans une certaine partie de l'espace par une source éloignée, est de prendre pour mesure l'énergie du mouvement sonore dans cette partie.

Nous n'avons pas à nous occuper directement de l'intensité de

la source sonore elle-même. Ce que nous voulons considérer ici, c'est l'énergie développée près de l'oreille, non près de la source.

Dans deux volumes égaux, remplis d'air, nous dirons donc les intensités sonores égales, quand l'énergie du mouvement sonore y sera la même dans des temps égaux. Comme mesure de cette intensité nous pouvons adopter l'énergie moyenne dans l'unité de temps et pour l'unité d'espace.

Il devient alors facile de comparer l'intensité du son qu'on perçoit au moyen du résonnateur avec celle qu'on aurait obtenue en laissant le son arriver directement à l'oreille.

Rappelons-nous, en effet, que l'énergie à l'intérieur du résonnateur est presque exclusivement de l'énergie potentielle, de l'énergie de condensation, et que cette condensation, partant de zéro, atteint sa plus grande valeur en $\frac{1}{4}$ de durée de vibration; ce même mouvement sonore, qui a pénétré dans le résonnateur, s'il avait été abandonné à lui-même, se serait répandu sur le volume d'une demi-sphère ayant pour rayon $\frac{1}{4}\lambda$. En nommant maintenant I' l'énergie moyenne qui *pendant cette durée* est développée dans l'unité d'espace (par conséquent la moyenne prise ici uniquement par rapport à l'espace), et I la valeur correspondante dans le cas où le même mouvement se fût librement répandu, il est facile d'assigner une relation entre I et I'.

L'oreille non armée reçoit l'onde sonore illimitée, et en ce point est recueillie une énergie moyenne I. A l'intérieur du résonnateur pénétrait seulement une partie de l'onde sonore, et il y avait là une énergie proportionnelle à la grandeur de l'ouverture, ou à r^2 (ce qui est confirmé par la formule (II), où E représente la partie de beaucoup la plus grande de cette énergie). Si au lieu du résonnateur il y avait un écran, ayant à la place de l'ouverture un trou de la même grandeur $r^2\pi$, l'énergie développée près de l'oreille serait représentée par

$$i = \beta_1 \, r^2 \, I \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (18)$$

où β_1 est un petit coefficient, indépendant de I et de r; une énergie proportionnelle

$$i' = \beta' r^2 \, \mathrm{I} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (19)$$

a donc passé à travers l'écran durant le même temps. Cette énergie i' se serait alors répandue dans le temps $\frac{1}{4}\, r$ sur le volume d'une demi-sphère de rayon $\frac{\lambda}{4}$, c'est-à-dire sur un volume $\beta'' \lambda^3$. Maintenant, cette énergie a pénétré dans le résonnateur, dont le volume est S.

Près de l'oreille ce n'est donc pas i qui est developpée, mais

$$\mathrm{I}' = \frac{\beta'' \lambda^3}{\mathrm{S}} i$$

ou, en vertu de (18),

$$\mathrm{I}' = \delta \frac{\lambda^3 r^2}{\mathrm{S}} \mathrm{I} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (20)$$

En nommant le rapport $\frac{\mathrm{I}'}{\mathrm{I}}$ le *renforcement* du résonnateur, nous avons donc pour ce renforcement:

$$\mathrm{F} = \frac{\mathrm{I}'}{\mathrm{I}} = \delta \frac{\lambda^3 r^2}{\mathrm{S}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (21)$$

Cela s'applique à un résonnateur quelconque, même quand r n'est pas petit; mais toujours λ doit être relativement grand.

S est d'ailleurs dépendant de λ et de r. Pour le cas que nous avons exclusivement considéré, celui où r est relativement petit, la relation (17), $k^2 \, \mathrm{S} = 2r$, donne

$$\frac{\lambda^3 r^2}{\mathrm{S}} = 2 \pi^2 r \lambda ,$$

par conséquent:

$$\mathrm{F} = \frac{\mathrm{I}'}{\mathrm{I}} = \alpha r \lambda \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (\mathrm{V})$$

Le renforcement d'un résonnateur est donc proportionnel à λ et à r, c'est-à-dire à la longueur d'onde et au diamètre $2r$ de l'ouverture.

Deux conséquences intéressantes se laissent déduire de l'équation (V).

1°. Puisque le renforcement est proportionnel à la longueur d'onde, le ton fondamental gagne le plus, et le renforcement diminue à mesure que les tons supérieurs sont d'un ordre plus élevé.

Si donc, en cas de propagation libre, l'intensité d'un mouvement sonore harmonique, à l'endroit de l'observation et prise dans le sens fixé ci-dessus, est représentée par I, et celle de ses tons partiels (le ton fondamental est le 1er ton partiel) par I_1 I_2 I_3 . . . I_4 . . etc., de sorte que

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \ldots In + \text{etc.},$$

l'intensité à l'intérieur du réservoir, λ étant la longueur d'onde du ton fondamental, sera exprimée par

$$I' = F\,I = \alpha\, r\, \lambda \left(I_1 + \tfrac{1}{2} I_2 + \tfrac{1}{3} I_3 + \ldots \frac{1}{r}\, In + \text{enz.}\right) \ldots (22)$$

Le timbre est donc entièrement changé; les tons supérieurs sont le moins renforcés, et par conséquent relativement affaiblis; ils jouent un rôle plus effacé et le ton se rapproche davantage d'un ton simple. Bien qu'il y ait résonnance des tons supérieurs harmoniques, leur intensité relative est plus petite. Nous avons aussi vu précédemment que le mouvement des tons supérieurs plus élevés est entretenu moins régulièrement que celui des tons moins élevés, parce que, à cause de la petite valeur de λ, ils ne satisfont pas à l'équation principale (IV). La recherche du lien entre ces deux résultats exigerait l'étude des mouvements ondulatoires dans le résonnateur pour des valeurs relativement petites de λ. En tout cas, le fait connu, qu'un résonnateur est pauvre en harmoniques, se trouve expliqué d'une manière satisfaisante.

2°. De (V) $F = \alpha \lambda r$

et de (17) $k^2 S = 2r$

ou $2\pi_2 S = r \lambda^2$

il suit encore $F = \beta \sqrt{Sr}$ . . . . (VI)

de sorte que le renforcement augmente avec la grandeur du vaisseau et de l'ouverture.

Enfin on trouve pour un résonnateur sphérique, R étant le rayon de la sphère et $\Delta = \frac{R}{r}$, le rapport des diamètres du vaisseau et de l'ouverture,

$$\left.\begin{aligned} F &= \varepsilon \sqrt{R^3 r} \\ &= \varepsilon \frac{R^2}{\sqrt{\Delta}} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (23)$$

ou encore, à cause de (16),

$$F = \mu \frac{R^3}{\lambda} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (24)$$

Pour deux résonnateurs sphériques à ouverture relativement petite, qui résonnent pour un même ton, le renforcement est donc proportionnel au volume des sphères. Il y a par conséquent avantage à prendre de grandes sphères, ce qu'on pouvait d'ailleurs prévoir, l'ouverture ayant alors aussi de grandes dimensions.

Utrecht, Mars 1873.

SUR UN FRUIT QUI INTÉRIEUREMENT

était à moitié citron et à moitié orange,

PAR

C. A. J. A. OUDEMANS.

(Planche XIV).

Le fruit dont je présente ici le signalement et la figure m'a été remis, dans le courant de l'été de 1872, par M. le Dr. Merkus Doornik, d'Amsterdam, qui l'avait reçu d'un de ses malades, liquoriste dans la même ville. Un ouvrier de ce dernier, occupé à trancher des citrons, avait été frappé de la couleur anormale de l'intérieur du fruit, et l'avait montré à son maître, qui à son tour l'avait donné à son médecin.

Des 9 loges du fruit, 4 étaient exactement semblables, par la couleur et le goût, à la chair d'un citron, les 5 autres à celle d'une orange. La différence de goût entre les deux parties était aussi saillante que la différence de couleur. Les quelques graines que je trouvai furent semées, mais aucune d'elles n'arriva à développement.

J'ajoute qu'à l'extérieur le fruit avait tout à fait la forme et la couleur d'un citron, de sorte que rien n'avait pu faire prévoir qu'intérieurement il s'éloignerait tant des caractères ordinaires.

La formation de notre fruit peut être expliquée de deux manières différentes, savoir en admettant: ou bien que l'arbre qui lui a

donné naissance était un hybride du *Citrus medica* et du *C. Aurantium*; ou bien que la fleur qui a précédé notre fruit a été fécondée, si elle appartenait au *C. medica*, par le pollen du *C. Aurantium*, si elle appartenait au *C. Aurantium*, par le pollen du *C. medica*.

La première de ces deux hypothèses me paraît offrir peu de probabilité. Il n'est en effet pas douteux que, s'il existait de pareils arbres hybrides des deux espèces de *Citrus*, des fruits analogues à celui dont il est ici question seraient connus et décrits depuis longtemps; or, dans aucun des ouvrages que j'ai pu consulter, je n'ai trouvé un seul exemple d'une anomalie de même espèce. Par contre, on se figure très bien que dans des circonstances déterminées, d'ailleurs inconnues, l'influence d'un pollen puisse se manifester d'une façon exceptionnelle, d'autant plus rare que les conditions elles-mêmes se rencontrent plus rarement.

Admettons donc que notre fruit ait été le produit d'un croisement; il s'agit alors de savoir si c'est le *C. Aurantium* ou bien le *C. medica* qui a fourni le pollen étranger, c'est-à-dire, qui a fonctionné comme plante père. En ne tenant aucun compte des faits recueillis par d'autres observateurs, on serait tenté de décider que dans notre cas l'ovaire du *C. medica* a été exposé à l'influence du pollen du *C. Aurantium*, puisque à l'extérieur le fruit ne différait pas d'un citron. Sans prétendre qu'en jugeant ainsi on n'aurait pas rencontré juste, je dois pourtant faire remarquer que j'ai connaissance de deux observations de nature à faire présumer le contraire et à suggérer l'idée que l'ovaire du *C. Aurantium* a été fécondé par le pollen du *C. medica*.

Une de ces observations est due à M. le Dr. F. A. Hartsen (*Bot. Zeit.* 1867, p. 379), et nous a appris que sur un *Solanum edule*, qui à l'état normal porte des fruits violets, allongés en massue, on avait trouvé les fruits rouges, aplatis et sillonnés du *Solanum Lycopersicum*; l'autre observation est de M. Maximowicz (*Bull. de l'Acad. des Sc. de St. Pétersb.*, VIII, p. 422—436, et XVII, p. 275—285), qui a vu un *Lilium bulbiferum* produire les fruits du *Lilium davuricum*, et un *L. davuricum* produire les fruits du *L. bulbiferum*, à la suite d'un croisement opéré entre

ces deux espèces. A ces faits se rattachent les résultats obtenus par MM. Darwin et Hildebrand (*Bot. Zeit.*, 1868, p. 325—327), qui ont vu se développer, sur un seul et même épi floral de *Zea Maïs*, des grains jaunes et des grains noirs (ou violets), après qu'ils eurent saupoudré cet épi, qui appartenait à une plante provenue d'un grain jaune, avec le pollen d'une autre plante, issue d'un grain noir ou violet.

On voit que, de ce qui précède, il est impossible de conclure avec certitude si notre fruit a été cueilli sur un *C. Aurantium* ou sur un *C. medica*. En prenant toutefois en considération la circonstance qu'il avait été emballé et expédié avec d'autres citrons dans la même caisse, on doit regarder comme très probable qu'il a appartenu à la même récolte et qu'il s'est donc réellement développé sur un individu du *C. medica*.

Quelque incomplète que soit cette Note, j'ai cru devoir la publier, encouragé par ces paroles de M. Hildebrand (*l. c.* p. 327): „En attendant, comme on ne possède jusqu'ici que peu de preuves expérimentales, il convient de poursuivre la solution du problème et de ne laisser échapper aucune observation propre à convaincre la catégorie sans doute encore nombreuse des incrédules."

QUELQUES OBSERVATIONS

DE MONSTRUOSITÉS VÉGÉTALES,

PAR

W. F. R. SURINGAR.

(Présenté à l'Acad. des Pays-Bas, le 27 Mars 1869).

Depuis l'époque où la méthode naturelle s'est substituée aux systèmes artificiels pour la classification des plantes, et où, par un progrès connexe, la pure terminologie a fait place à une organographie ou morphologie plus philosophique, on a attaché une grande importance à l'observation des déviations accidentelles. Ces anomalies inspirent en effet de l'intérêt, non-seulement par elles-mêmes, comme phénomènes pathologiques, mais surtout parce qu'elles contribuent si puissamment à nous faire connaître la vraie nature des organes végétaux ainsi que leurs relations typiques avec d'autres, et à dévoiler ainsi, en maintes circonstances, les phénomènes qui agissent d'une manière cachée dans le développement normal de ces organes. La nature foliaire des différentes parties de la fleur et la signification de l'ovule végétal ont été éclairées par de pareilles monstruosités, et l'observation des cas anormaux de soudure, d'avortement ou de dégénérescence nous apprend à quel titre et de quelle façon ces mêmes phénomènes peuvent être invoqués dans l'appréciation des organes à l'état naturel. On peut dire que notre connaissance des organes dans leur état normal, si elle s'appuie d'un côté sur l'étude de l'évolution, repose d'un autre côté pour une bonne part sur l'observation des déviations

dites monstrueuses; tandis que différentes questions morphologiques, non encore élucidées aujourd'hui, peuvent également attendre leur solution par la même voie.

Les cas de monstruosité que j'ai à communiquer ici ne tranchent aucun nouveau problème morphologique, mais se recommandent surtout comme exemples clairs et instructifs. Ils se laissent réunir sous un même point de vue, celui du dédoublement, le terme étant pris dans son acception générale, où il s'applique à tout organe présentant un degré de complication plus grand que dans l'état ordinaire. Ce phénomène se produit toutefois, dans nos divers cas, comme résultat de causes différentes, savoir, de soudure, de prolification, de multiplication des verticilles et de division latérale. A ces faits se rattachent aussi quelques particularités qui ont plus spécialement rapport à la métamorphose des organes floraux.

1. Digitalis purpurea *L.* Pl. XV.

Le premier cas est celui de la Digitale (*Digitalis purpurea* L.) à fleur terminale grande et régulière, décrite pour la première fois, sous le nom de *Digitalis purpurea prolifera*, au sein de l'Académie des Pays-Bas, par G. Vrolik [1]). Ce savant avait particulièrement fixé l'attention sur l'hérédité extrêmement remarquable de cette monstruosité et sur la très-forte prolification qu'il avait observée au centre de la fleur terminale, mais il s'était moins occupé de cette fleur terminale elle-même et de son explication, de sorte qu'en premier lieu il convient, je pense, de compléter sa communication sous ce rapport [2]).

---

[1]) *Het Instituut*, 1842, p. 258 et 321; *ibid.*, 1845, p. 110.

[2]) Mes observations à ce sujet datent de 1851, année où ces plantes fleurirent en grand nombre dans le jardin botanique de Leyde. Plus tard, la monstruosité avait disparu en cet endroit, mais il y a peu d'années, après qu'on eut retourné à la bèche la plate-bande qu'elle avait occupée, elle reparut spontanément, ou plutôt de graines restées tout ce temps enfouies dans le sol. Depuis lors la monstruosité a été reproduite par le semis, quoique chaque fois en pieds peu nombreux et assez faibles, qui d'ailleurs n'ont fait connaître aucune particularité nouvelle, mais ont simplement confirmé les observations antérieures. Les résultats

On sait que des parties végétales qui à l'époque de leur croissance se trouvent très rapprochées l'une de l'autre, de sorte que leurs tissus jeunes et encore accrescents viennent en contact immédiat, peuvent s'unir entre elles. Plusieurs des arbres renommés pour leur grosseur sont ainsi nés de l'union de troncs primitivement distincts, et dans nos jardins ne manquent pas non plus des soudures analogues produites artificiellement. Dans la nature libre, l'union se fait plus souvent entre des parties de la même plante qu'entre des individus différents. La formation surabondante de bourgeons et la soudure en un corps aplati des rameaux qui en naissent, donnent lieu à ce qu'on appelle les fasciations, qui chez le sureau et le frêne, par exemple, sont connues sous le nom de *bois de Sabre*, et se multiplient, comme variété particulière de ces plantes, au moyen de boutures. Les fruits soudés ensemble ne sont pas rares; des exemples d'adhérences anormales entre organes foliaires se rencontrent également. Enfin si le même phénomène atteint les pédicelles, on voit deux ou plusieurs fleurs distinctes à l'extrémité d'un pédicelle commun, ou, si l'union s'étend encore plus loin, jusqu'aux réceptacles mêmes des fleurs, on obtient une fleur unique, qui résulte de la cohérence plus ou moins intime des fleurs primitives.

Un exemple remarquable de ces divers degrés de soudure entre les fleurs m'a été présenté autrefois par le *Ranunculus acris*. Les pédicelles, qui étaient plats et trahissaient leur composition par un sillon sur leurs faces larges, portaient au sommet des fleurs ovalaires, à sépales et pétales plus nombreux que dans les fleurs ordinaires; au centre de chacune d'elles se trouvaient deux réceptacles avec pistils, lesquels dans certaines fleurs étaient entourés chacun séparément d'un verticille d'étamines, et dans d'autres d'un verticille commun, ovalaire, parfois un peu infléchi au milieu.

---

de cette étude furent communiqués d'abord à l'Association pour la Flore des Pays-Bas, dans sa séance du 3 Juillet 1857 (*Nederlandsch kruidkundig Archief*, IV, p. 245); ensuite ils furent rappelés succinctement devant le Congrès botanique d'Amsterdam, en 1865 (*Bulletin*, p. 146). La publication complète dut être remise, à cause des planches, à une autre occasion.

Dans le premier cas la soudure des axes floraux coniques s'étendait donc jusqu'au delà de la région des pétales, dans le second elle dépassait même celle des étamines, tandis que dans les deux cas les sommets des axes, sur l'étendue occupée par les carpelles, étaient restés entièrement libres.

A ces cas de *synanthie* appartient aussi la fleur terminale monstrueuse du *Digitalis purpurea*, avec cette particularité, qu'ici l'union des fleurs atteint son plus haut degré, s'étend jusque dans la région des carpelles, et entraîne par conséquent la fusion complète des fleurs. Par le nombre des pièces de chaque verticille, on reconnaît qu'il y a tantôt deux et tantôt trois fleurs qui sont fondues en une seule. [1])

Il est à peine nécessaire de rappeler que la fleur ordinaire du *Digitalis purpurea* se compose de cinq sépales un peu inégaux; d'une corolle tubuleuse, dont le limbe oblique est divisé supérieurement en deux lobes assez petits, et inférieurement en trois lobes plus grands; de deux paires d'étamines coudées, et enfin d'un ovaire biloculaire, à style indivis et stigmate bilobé. Chez les individus monstrueux, la fleur terminale double (Pl. XV) a 8—10 sépales, une corolle campanulée, régulière à limbe 8-lobé, 8 étamines, et généralement un ovaire 4-loculaire et un stigmate 4-lobé. La fleur terminale triple (Pl. XVI, fig. 7 et suiv.) se distingue par des sépales au nombre de 11—13, par le limbe 13-lobé de sa corolle également régulière, par ses 12 étamines, et par un stigmate ordinairement 6-lobé, auquel correspondent 6 loges dans l'ovaire. A l'intérieur de ces loges il s'en trouve ordinairement encore d'autres, dont il sera parlé plus loin (Pl. XVI, fig. 9—16).

Dans le premier de ces deux cas il y a donc juste un nombre double d'étamines et de carpelles, dans le second, juste un nombre triple. Quant au nombre des sépales et des lobes de la corolle,

---

[1]) Vrolik (*l. c.*, 1842, p. 325, 326) cite une fleur terminale dans laquelle la corolle était représentée par cinq expansions plissées, et où l'on voyait dix-sept étamines et un ovaire multiparti. Les détails circonstanciés manquent, mais de ce qui est dit on pourrait inférer qu'ici cinq fleurs étaient fondues en une seule.

il est inférieur d'une paire à ce nombre double ou triple. C'est la conséquence d'un avortement partiel, qui accompagne fréquemment la soudure, et qui frappe des parties situées du côté où la soudure s'opère. Examinons maintenant les différents verticilles plus en détail.

Le calice a dans la fleur double 8—10, dans la fleur triple 11—14 folioles, tandis que le double du nombre ordinaire est 10, le triple 15. Il faudrait donc conclure à l'avortement de 0—2 sépales dans le premier cas, et de 1—4 dans le second; mais, en réalité le nombre des sépales disparus est encore plus grand. Les fleurs ordinaires, en effet, sont placées, sur de courts pédicelles, à l'aisselle de bractées qui ont la même forme que les sépales, de sorte que dans la fleur double il faut encore compter deux de ces organes, et trois dans la fleur triple. Or nous trouvons bien des bractées vides sous la fleur terminale, mais il est rare qu'elles soient juste au nombre de deux ou de trois, et jamais elles ne sont situées à la même hauteur sous la fleur. Assez souvent aussi on trouve à leur aisselle des fleurs imparfaites (Pl. XVI, fig. 6), ou des parties qui représentent celles-ci (Pl. XVI, fig. 4—6*a*), dans divers états de passage, jusqu'à disparition complète. Nous devons donc regarder ces bractées vides, ou presque vides, comme appartenant à des fleurs latérales, situées plus bas, dont les boutons ont avorté; et admettre, en même temps, que les pédicelles des fleurs soudées au sommet sont restés tellement courts, que leurs bractées joignent immédiatement aux sépales, auxquelles elles ressemblent tout à fait par la forme. Ceci pris en considération, nous devrions trouver dans le calice de la fleur double 10 + 2 = 12 organes foliaires, et dans celui de la fleur triple 15 + 3 = 18; nous sommes donc amenés à admettre l'avortement de 2—4 sépales dans le premier cas, et de 4—7 dans le second, c'est-à-dire de 1—2 pour chaque fleur primitive, l'avortement étant d'ailleurs un peu plus prononcé là où trois fleurs se sont confondues, que là où il n'y en a eu que deux.

Au sujet des sépales, j'ai encore à mentionner que parfois on

a observé un de ces organes plus large qu'à l'ordinaire, avec une nervure médiane double et un sommet fendu, ce qui indiquait qu'il y avait là deux feuilles calicinales soudées entre elles jusqu'aux $\frac{2}{3}$ environ de leur hauteur. En outre, j'ai ordinairement vu, surtout chez les fleurs triples, que les sépales supérieurs présentaient une coloration pétaloïde, et avaient acquis simultanément une étendue plus grande, une base plus étroite, et un sommet plus large. Les états intermédiaires, dans lesquels un sépale n'était devenu pétaloïde que d'un côté, n'étaient pas rares non plus (Pl. XVI, fig. 7*a*, 8*a*).

La corolle possède 8 lobes dans la fleur double, 13 dans la fleur triple. Dans un cas comme dans l'autre, il y a donc deux pétales avortés. La largeur plus grande de la base des feuilles calicinales est peut-être la cause de l'avortement plus intense qui frappe ce verticille; toutefois, cette interprétation n'est pas forcée, car dans les fleurs simples ordinaires un des cinq sépales manque aussi assez souvent.

On remarque à la corolle des plis et des côtes, ainsi que des appendices à la face externe ou interne, qui indiquent souvent la place où s'est opérée la soudure des pièces appartenant aux différentes fleurs pimitives. Assez fréquemment l'union de ces pièces est incomplète, ou même tout à fait nulle en un ou plusieurs points. Alors la corolle se montre fendue d'un côté (Pl. XVI, fig. 1), ou quelquefois entièrement divisée en deux ou trois lambeaux, qui ne sont plus dressés, mais pendent en arrière. Dans le Mémoire de Vrolik (*Instituut*, 1842, *l. c.*) on voit représentée une de ces corolles fendues.

Les étamines sont au nombre de 8, de 12 chez la fleur triple. Dans ce verticille rien n'a donc avorté, ou plutôt, rien de plus que ce qui manque constamment dans les fleurs ordinaires de cette plante, savoir, l'étamine qui devrait se trouver entre les lobes de la lèvre supérieure. Si l'on redresse par la pensée deux ou trois fleurs latérales, et qu'on les place vis-à-vis l'une de l'autre de la même façon qu'elles doivent être soudées ensemble dans la fleur terminale, on voit que, dans chacune d'elles, la place vide

du verticille des étamines est tournée précisément du côté de la soudure, c'est-à-dire du côté où l'avortement, suite de la soudure, devrait se faire en premier lieu.

Une fois j'ai observé seulement 11 étamines, plusieurs fois aussi 11 étamines fertiles et une stérile, tandis que, par contre, Vrolik indique 13 étamines dans le cas dont il a donné la description. Ici, par conséquent, une des étamines qui ailleurs avortent constamment avait reparu dans la fleur terminale.

Le pistil a dans les fleurs doubles ordinairement 4 carpelles, qui déterminent un stigmate quadrilobé et un ovaire quadriloculaire (Pl. XV, fig. 3—5). Un seul exemple s'est offert où l'ovaire d'une fleur double ne présentait que deux loges et le stigmate que deux lobes, la seconde paire ayant par conséquent avorté. Une autre fois il existait bien quatre carpelles, mais deux d'entre eux étaient confondus ensemble, de façon à ne former qu'une cavité unique, avec un seul placenta. Le fait de la composition était mis en évidence par la double nervure et la largeur plus grande. Ici donc, la partie placentaire des bords soudés entre eux à la périphérie du fruit avait avorté, tandis que les deux autres bords, qui se rencontraient dans l'axe, avaient produit un placenta, comme le font ailleurs les bords réunis de la même feuille carpellaire. Je mentionnerai enfin un troisième cas exceptionnel, des plus remarquables (Pl. XV, fig. 6—13). Là le stigmate était trilobé, et, en conformité avec ce caractère, la face externe de l'ovaire n'était marquée que de trois sillons ou sutures. Une des subdivisions était plus grande que les deux autres, mais montrait une nervure médiane bien distincte (Pl. XV, fig. 6, 7, 9). Il y avait donc trois carpelles visibles. Toutefois, en détachant avec précaution les loges suivant les sutures, je reconnus que le quatrième carpelle existait aussi, mais que, refoulé en dedans du cercle des autres, il était resté isolé à l'intérieur de la loge formée par la plus large des trois feuilles carpellaires périphériques. Il est probable que le carpelle ainsi inclus avait lui-même occasionné ce surcroît de largeur, en dilatant le carpelle qui le renfermait. Celui-ci montrait en outre, à la suture axillaire, un petit hiatus,

à travers lequel apparaissait le sommet de la partie stylaire de l'hôte étranger (fig. 8); le reste de cette partie stylaire se trouvait (fig. 13*b'*), à l'état de corps filiforme contourné en toutes sortes de sinuosités, caché dans l'intérieur de la loge. La partie inférieure ou ovarienne s'était, dans cet étroit espace, développée moins que de coutume; sa surface entière était réduite au placenta couvert d'ovules (fig. 13*b*), et ceux-ci regardaient la périphérie. Quant au carpelle externe, d'ailleurs si fortement dilaté, son placenta (fig. 13*a*) était au contraire resté très petit (*Voir* en outre l'explication des figures 6—13). Au point de vue de la théorie suivant laquelle les fruits sont composés de feuilles carpellaires, l'anomalie dont il vient d'être question est très instructive.

Les ovaires et les fruits des fleurs triples (Pl. XVI) offrent une autre particularité. Le nombre des carpelles y est ordinairement de 6, rarement de 5. Ceux-ci sont rangés en un large cercle, et dans l'espace central, laissé par les loges qu'ils forment, on trouve encore trois, quelquefois six (ou éventuellement 5) autres loges (fig. 9—16), qui alternent avec les loges extérieures, et qui doivent naissance à un second verticille, intérieur, de feuilles carpellaires. A ces loges intérieures correspond un style particulier, qui est caché dans le style ordinaire (fig. 9—11*a*, 13). Ce fruit, renfermé dans un premier fruit, ne peut guère être considéré autrement que comme le résultat d'une prolification ou prolongement de l'axe à l'intérieur de la fleur, avec formation, en premier lieu, lorsque le prolongement est faible, de feuilles carpellaires représentant les organes latéraux. Nous reviendrons plus loin sur cette prolification, qui, chez la monstruosité en question, a été observée dans les degrés les plus divers. Auparavant, nous devons encore fixer l'attention sur des phénomènes d'avortement plus intenses que ceux que nous avons rencontrés jusqu'ici, comme simple conséquence de la soudure de fleurs, dans la fleur du sommet de la Digitale.

Assez fréquemment la plante est garnie de rameaux latéraux, qui, tout comme l'axe principal, produisent latéralement un certain nombre de fleurs ordinaires, et portent au sommet une synanthie,

qui ici, toutefois, n'est composée que de deux fleurs. Pour trois de ces synanthies je ferai connaître le nombre des différentes parties. La première (Pl. XVI, fig. 1, 2) avait 7 sépales, une corolle irrégulière fendue d'un côté et à 7 lobes, 6 étamines, et un ovaire 3-loculaire, à stigmate trilobé. Une autre montrait 8 sépales, dont le supérieur était pétaloïde, une corolle irrégulière 6-lobée, 6 étamines, dont une à une seule loge, et un ovaire 2-loculaire. Une troisième, la fleur terminale d'un rameau latéral très faible, présentait 5 sépales, une corolle irrégulière 5-lobée, 4 étamines fertiles et 1 stérile, et un ovaire 2-loculaire. Dans ce dernier exemple, il n'était donc resté en réalité que le nombre des parties d'une fleur simple, de sorte que, pris isolément, ce cas aurait pu laisser douter s'il s'agissait de deux fleurs soudées, dont toutes les parties constitutives étaient réduites à la moitié par avortement, ou bien d'une fleur unique entière, se présentant exceptionnellement à l'état de fleur terminale. Cette dernière disposition est, en effet, une anomalie qui se rencontre également chez la Digitale; et l'analogie seule avec ce qu'on observait, à divers degrés successifs, sur d'autres rameaux plus vigoureux, donnait à la première interprétation, dans le cas actuel, plus de probabilité.

Nous avons donc au sommet des rameaux latéraux un avortement plus considérable que celui qui, d'après l'observation de la fleur apicale de l'axe principal, peut être attribué à la soudure seule. C'est un avortement par épuisement. Presque toujours les sucs se portent en plus grande abondance dans la direction verticale que dans les ramifications latérales, et l'avortement plus complet des fleurs terminales des rameaux latéraux peut ici difficilement être expliquée autrement que par un effet spécial de la prépondérance générale de l'axe sur ses subdivisions. Un exemple encore plus prononcé de cet avortement par épuisement nous est fourni, sur l'axe principal lui-même, par les fleurs latérales qui sont situées au voisinage immédiat de la fleur terminale. Une de ces fleurs latérales est représentée Pl. XVI, fig. 7*b*. Elle ne consistait qu'en deux sépales, une corolle trilobée et une seule étamine; le

pistil manquait complétement. Aux aisselles d'autres bractées, à cette même hauteur, on ne trouve, pour représenter la fleur, rien qu'un organe foliacé vert, en forme de cornet (Pl. XVI, fig. 6*a*); ailleurs c'est un simple stylet mince, couvert de poils (Pl. XVI, fig. 5*a*); quelquefois enfin on ne voit plus rien du tout, de sorte qu'alors l'avortement partiel s'est changé en destruction totale.

La même influence du mouvement des sucs se manifeste encore d'une manière distincte, quoique moins accusée que ci-dessus, dans la relation qu'on observe entre la fleur terminale et les fleurs latérales, complétement développées, qui sont situées plus bas. Un assez grand nombre de ces dernières s'ouvrent, en effet, après la fleur terminale, bien qu'elles soient plus vieilles que celle-ci (Pl. XV, fig. 1). Lorsque le pédoncule est court, et le nombre des fleurs latérales par conséquent peu considérable, la fleur terminale s'épanouit la première de toutes. Si le pédoncule est plus long, les fleurs latérales inférieures sont déjà écloses au moment où s'ouvre la fleur terminale. Le nombre des boutons floraux encore fermés, qui se trouvent alors entre deux, est variable; il peut atteindre une quinzaine. Nous avons donc au sommet, dans l'ordre de l'épanouissement, le phénomène que présentent les inflorescences définies, et il est certainement remarquable que la relation entre la fleur terminale et les fleurs latérales soit la même, en dépit de ce que cette fleur terminale est ici le résultat de la coalescence de deux ou plusieurs fleurs latérales. L'inflorescence ordinaire du *Digitalis purpurea* est une grappe indéfinie ou centripète; dans le cas qui nous occupe, on devrait l'appeler une grappe qui commence d'une manière indéfinie ou centripète, mais qui se termine d'une manière définie ou centrifuge. Dans cet énoncé, il y a en apparence une certaine contradiction; mais l'opposition est plus tranchée entre les mots qu'elle ne l'est en réalité entre les choses que ces mots doivent exprimer. L'opposition, en effet, n'a rien d'absolu. Le type de l'inflorescence indéfinie ou centripète est emprunté des cas où l'axe principal ne porte pas de fleur à son sommet, et où, en outre, il existe un grand nombre d'axes latéraux de même ordre, de sorte qu'on observe uniquement et

très distinctement la relation entre ces axes latéraux. Mais ni l'une ni l'autre de ces conditions, appliquée d'une façon exclusive, ne donnerait lieu à une distinction vraiment naturelle. Le caractère de l'inflorescence définie ou centrifuge se manifeste au contraire le plus purement là où chaque axe, terminé par une fleur, ne produit qu'un seul axe latéral, ou deux axes latéraux opposés. Alors, en effet, tout se borne à la différence entre ces fleurs terminales des axes d'ordre différent. Mais dès qu'il se produit deux ou plusieurs axes latéraux ou paires d'axes latéraux de même ordre, la différence se complique de la relation entre ces axes latéraux de même ordre. Il y des panicules définies à 4 ou 5 paires d'axes latéraux, où la fleur terminale de l'axe principal est encore la première épanouie de toutes, et qui par conséquent, à strictement parler, méritent le nom d'inflorescences centrifuges; mais parmi les axes latéraux, ceux du bas, qui sont les plus âgés, fleurissent les premiers, de sorte que ces axes, comparés entre eux, offrent le phénomène qui détermine le caractère dominant de l'inflorescence indéfinie. Si enfin, comme dans notre Digitale monstrueuse, le nombre des axes latéraux est encore plus grand, de manière à atteindre et même à dépasser la limite où la fleur terminale cesse de devancer toutes les autres par son développement, on obtient le caractère indéfini dans la relation mutuelle des axes latéraux, et en même temps, au sommet seulement, le caractère défini, fondé sur la relation entre l'axe principal et les axes latéraux. De pareilles grappes se rencontrent, par exemple, chez certaines Campanules. Nous voyons alors réunis des phénomènes qui se montrent ordinairement séparés, mais qui pour cela ne s'excluent pas d'une façon absolue.

Prolification de la fleur terminale. Nous avons déjà noté que de temps en temps on observe une prolification dans la fleur terminale monstrueuse de la Digitale, et que, lorsque la prolongation de l'axe est faible, il ne se produit qu'un nouveau verticille de feuilles carpellaires à l'intérieur de celui qui existait déjà; en d'autres termes, il y a seulement répétition des organes formés en dernier lieu. Si la prolongation est plus considérable, on voit

apparaître au centre un bouton, dans lequel se développent, à titre d'organes latéraux, différentes parties florales. Des exemples extrêmement curieux d'une très forte prolification ont été décrits et figurés par Vrolik dans le Mémoire déjà cité. Il a vu, entre autres, l'axe très prolongé donner naissance à une inflorescence entière, chargée d'une douzaine de fleurs latérales et terminée par une nouvelle fleur composée et en forme de cloche. Ici les organes latéraux étaient donc devenus des bractées avec boutons de fleur à leur aisselle.

Il serait très instructif de pouvoir comparer chez cette plante, où les parties de la fleur sont relativement grandes, une série complète de prolifications, qui permettrait de suivre et d'étudier dans toutes ses gradations la métamorphose inverse des organes latéraux, des carpelles en autres parties de la fleur et de celles-ci en bractées. Ce sont précisément ces états intermédiaires qui offrent le plus d'intérêt pour l'étude comparée des organes. Un seul exemple, savoir un bouton avec différentes parties florales imparfaites, montrant des passages vers l'état de feuilles carpellaires, a été représenté sur la Pl. XVII, fig. 1. Voici ce qu'a appris l'examen de ce bouton.

D'abord on trouvait 7 sépales, soudés en deux groupes, l'un de 4 et l'autre de 3 (fig. 2, 3). Quatre de ces organes portaient au sommet un appendice styliforme (*a*, *b*, *c*, *d*); deux étaient fermés en manière de feuilles carpellaires, mais, pas plus que les autres, ils n'étaient pourvus d'un placenta. Ces parties constituaient donc un état intermédiaire entre les sépales et les carpelles. Plus en dedans se voyaient 7 pétales, unis seulement par la base, deux d'entre eux jusqu'au $\frac{1}{3}$ de leur hauteur. A la base des pétales adhéraient, ni dans une position exactement opposée, ni dans une position franchement alterne, 4 étamines: une avec deux loges d'anthère (fig. 6*a*); une dito, mais dont le connectif s'était développé en un capuchon pétaloïde (fig. 7*a*); une avec capuchon semblable et quatre loges anthériques (fig. 8*a*); enfin une avec un large connectif et de chaque côté une loge, qui dans le haut était fermée et remplie de pollen, mais plus bas portait

des ovules sur ses bords entr'ouverts (fig. 9*a*, 9*, *b*, *a*). Un peu plus en dedans, il y avait encore une de ces formes de passage entre les carpelles et les étamines, savoir, une étamine pourvue d'une anthère ordinaire à deux loges, mais dont le filet était, à mi-hauteur, fendu du côté interne et chargé de quelques ovules sur les bords de la fente (fig. 11*b*, *a*). Venait ensuite un cercle d'organes cohérents entre eux (fig. 10), qui consistaient en une étamine avec ovules au filet comme ci-dessus (fig. 14*b*, *a*), et 4 feuilles carpellaires ouvertes, munies d'un appendice styliforme au sommet et d'ovules sur les bords (fig. 10—18), une d'elles de forme plus irrégulière. A l'intérieur de ce cercle, enfin, il y avait de nouveau sept carpelles, dont un pétaloïde (fig. 19, 20). Après avoir enlevé toutes ces parties, on découvrit encore un bouton, dont les enveloppes extérieures ressemblaient à sept sépales (fig. 21); quant aux organes situés en dedans (fig. 22), ils étaient trop peu développés pour qu'on pût reconnaître leur nature.

2. Matthiola incana *R. Br.* Pl. XVII, B.

Un autre exemple de l'intérêt que peuvent avoir, pour la doctrine de la métamorphose des organes floraux, les boutons imparfaits formés par prolification, nous a été fourni par un *Matthiola incana*, observé, l'année dernière, dans le jardin botanique de Leyde. Dans les fleurs de cette plante, les pistils étaient fendus en tout ou en partie (Pl. XVII B, fig. 1*a*, *a'*), de sorte que, de l'extérieur, on voyait les ovules attachés aux bords des feuilles carpellaires. En même temps que les carpelles s'étaient ainsi écartés l'un de l'autre, la fausse-cloison propre aux Crucifères avait complétement disparu. Au centre de l'ovaire on voyait dans certaines fleurs, comme produit d'une légère prolification, deux carpelles plus petits, alternant avec les carpelles normaux (fig. 7*a*, 8); dans d'autres, où la prolification était forte, un organe axile, portant quelques fleurs imparfaitement développées (fig. 1*b*, *b'*, *b''*). Une de ces fleurs rudimentaires présentait une partie (fig. 2) qui extérieurement ressemblait à un carpelle ouvert, et qui portait

aussi des ovules sur un de ses bords (fig. 2, à gauche); mais l'autre bord était roulé en dedans et transformé en une loge d'anthère avec pollen bien constitué (fig. 2, à droite; 5). Sur une partie de ce même bord on trouvait encore, fait digne de remarque, un petit nombre d'ovules incomplets.

3. Matricaria Chamomilla *L.* Pl. XVIII.

Chez les Composées l'inflorescence peut prendre un plus haut degré de composition par la formation de nouveaux axes sur le capitule. Ordinairement ces axes naissent directement du réceptacle, à l'aisselle des bractées et en remplacement de fleurons, surtout de fleurons de la circonférence. Rarement, au contraire, ils sortent, comme de vraies prolifications, du milieu des fleurons mêmes. Un exemple très net de ce dernier cas m'a été offert par la Camomelle ordinaire, *Matricaria chamomilla* (*Kruidk. Archief*, t. IV, p. 45). Sur un sol argileux, au bord et à la surface même d'un sentier battu, qui longeait un champ de blé plein de pieds non monstrueux de cette plante, se trouvaient des individus languissants, attaqués par une moisissure, et dont les fleurons ligulés avaient les bords légèrement roulés en dedans et une couleur plus ou moins grisâtre, tandis que le disque était en général peu développé (fig. 1, 2). C'est chez quelques-uns de ces individus que se voyait la prolification en question, le mieux prononcée dans l'inflorescence centrale (*a*) de l'échantillon figuré Pl. XVIII, fig. 7, moins accusée dans celles des rameaux latéraux (fig. 7, *b*, *c*). L'examen de ces inflorescences (fig. 7, *a*, *b*, *c*; 15) montrait à l'aisselle de certaines folioles de l'involucre (fig. 15*a*; 14; 12), comme prolification dans les fleurons de la circonférence (fig. 15, *b*, *b'*; 19, 9—11), et de la même manière dans quelques-uns des fleurons du disque (fig. 15, *c*, *c'* *c''*; 13, 21, 22), soit des boutons, soit, surtout vers le côté extérieur de l'anthode, des pédoncules bien développés et portant un capitule de fleurons stériles légèrement déformés (fig. 16—19). Dans les fleurons prolifiants, les organes reproducteurs avaient entièrement disparu. Toujours les prolifications qui sortaient des fleurons consistaient

en capitules, jamais en fleurs isolées; ce dernier cas ne paraît encore avoir été observé chez aucune Composée.

4. Anemone nemorosa *L.* Pl. XIX.

L'*Anemone nemorosa* a déjà fourni beaucoup d'exemples de monstruosités. Un cas de ce genre, observé au printemps dernier sur des pieds qui croissaient aux environs de Leyde (Pl. XIX) ressemble sous certains rapports à des cas déjà décrits, mais en diffère pourtant assez à d'autres égards pour mériter une mention spéciale. Les sépales, qui à l'état normal sont colorés, étaient verdâtres et en outre un peu incisés çà et là, (fig. 3—6); ils formaient ainsi un passage aux feuilles ordinaires, analogue aux passages beaucoup plus avancés, et d'ailleurs observés chez des fleurs pleines de cette espèce, qui ont été figurés par Decandolle. Les autres parties de la fleur ne présentaient rien d'insolite. Mais l'involucre à trois feuilles, placé sous la fleur, était devenu double (fig. 1, *a*), par suite de la production d'un second verticille de ces organes, tout à fait semblable au premier et alternant avec lui. Entre ces deux verticilles l'axe n'était pas développé du tout, tandis qu'il l'était de la manière ordinaire entre eux et la fleur. Une seule fois il s'était formé encore un troisième verticille de feuilles involucrales, mais celui-ci très éloigné des deux autres et placé assez près de la fleur (fig. 2, *a*, *b*; 7). En outre, les folioles de ce verticille étaient beaucoup plus simples et plus petites, de sorte qu'elles se rapprochaient aussi par la forme des parties de la fleur.

Ulmus campestris *L.* Pl. XX.

Dans le jardin botanique de Leyde se trouve un grand orme-pleureur (*Ulmus campestris*? var. *pendula*), dont les feuilles offrent une monstruosité constante, que j'ai cherché plusieurs fois, entre autres dans le courant de l'été dernier, à étudier de plus près. On sait que les feuilles de l'orme sont obliques, le limbe commençant d'un côté plus haut sur le pétiole que de l'autre.

Or, dans la monstruosité dont je parle, il existe chez beaucoup de feuilles, et toujours en premier lieu au côté le plus court du

limbe, une petite feuille surnuméraire, pétiolée. M. Slechtendal a le premier, en 1844 (*Bot. Zeit.*, II, p. 444), signalé cette variété accidentelle, qui ne paraît s'être répandue plus généralement dans les jardins que depuis quelques années. Il remarque avec raison que la foliole additionnelle n'est pas une stipule transformée, puisque les stipules se voient, avec leur forme ordinaire, tout aussi bien aux feuilles qui produisent cette foliole qu'à celles qui ne la possèdent pas. J'avais espéré que l'observation continue de ce singulier phénomène fournirait, outre son explication propre, celle de la valeur morphologique qu'il faut attacher à l'obliquité même de la feuille de l'orme. Cet espoir, jusqu'ici, ne s'est pas réalisé. J'ai seulement pu constater, par des états de passage (représentés Pl. XX, fig, 1—8), que la foliole doit être regardée comme un organe distinct du reste du limbe foliaire. Dans la fig. 1 on voit une feuille normale; dans la fig. 2 la feuille est simplement lobée au côté le plus court de la base; dans la fig. 3 elle est presque, et dans la fig. 4 tout à fait incisée jusqu'à la nervure moyenne. Dans les fig. 5—6 la partie nouvelle est entièrement séparée du limbe de la feuille et pétiolée. Chez quelques feuilles j'ai vu, l'été dernier, *deux* folioles formées de cette manière, à ce même côté, l'une au-dessus de l'autre (fig. 7); une seule fois j'en ai vu deux opposées l'une à l'autre, des deux côtés de la feuille (fig. 8). Si les Ulmacées nous présentaient aussi des feuilles pennées, on croirait avoir trouvé ici la transition des feuilles simples à ces feuilles composées. En étudiant ce phénomène, j'en ai remarqué encore un autre, savoir, le dédoublement des feuilles par division latérale, représenté dans ses diverses phases fig. 9—12. D'abord une feuille incisée seulement au sommet, et pourvue de deux nervures qui divergent de la base du limbe vers les deux pointes (fig. 9); ensuite une feuille incisée plus profondément (fig. 10), et enfin une feuille totalement divisée en deux autres, qui ont chacune leur pétiole propre (fig. 11, *a*, *a'*). Dans cette dernière phase, une stipule était en outre apparue entre les deux feuilles. A l'aisselle commune de ces feuilles il n'y avait qu'un bourgeon

unique (fig. 11, *g*). Le dédoublement complet se voyait enfin dans l'échantillon que représente, mais d'une manière peu exacte quant aux stipules, la fig. 12. Ici chaque feuille a sa propre paire de stipules et aussi son propre bourgeon axillaire. Une de ces deux feuilles (fig. 12, à gauche; 13) présentait en outre la déviation cyathiforme bien connue.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Pl. XV. Digitalis purpurea *L.*

Fleur terminale double.

Fig. 1. Echantillon à fleur terminale double.
" 2. Corolle de la fleur terminale double, ouverte.
" 3. Fruit double, à l'état de maturité.
" 4. Graines du fruit double, grossies; *b* section.
" 5. Carpelle ouvert à dessein, grossi (le grossissement est le même que celui de la fig. 13, pour faciliter la comparaison des dimensions).
" 6. Pistil d'une fleur terminale double, à une large subdivision et deux plus étroites.
" 7. La plus grande subdivision, détachée des autres et vue du côté dorsal.
" 8. La même, vue du côté interne. Par une petite ouverture apparaît le sommet du style du carpelle inclus (*a*).
" 9. Le carpelle extérieur ouvert et débarrassé du carpelle inclus. Les placentas sont restés attachés, lors de l'ouverture, à l'un des bords (*a*).
" 10 et 11. Le carpelle inclus, isolé, et après extension forcée de la partie stylaire; la fig. 10 montre la face tournée vers la périphérie du fruit, et la fig. 11 la face tournée vers l'axe du fruit, de sorte que les fig. 9 et 11, de même que les fig. 7 et 10, indiquent les positions relatives des deux carpelles.
" 12. L'ensemble du carpelle extérieur et du carpelle intérieur, étendu et vu en dehors; à gauche, en *a*, se trouve le double placenta du carpelle extérieur; à droite, en *b*, le carpelle intérieur avec son style artificiellement étendu. Grossie.
" 13. Le même, vu en dedans, mais avec le style *b'* du carpelle intérieur dans son état naturel; *b*, placenta du carpelle intérieur, *a* placenta du carpelle extérieur.

Pl. XVI. Digitalis purpurea *L.*

Fleur terminale triple, fleur terminale imparfaite d'un rameau latéral, et fleurs latérales réduites à divers degrés par avortement.

Fig. 1. Fleur terminale d'un rameau latéral, fendue d'un côté.
〃 2. Corolle de la même, ouverte, avec 5 étamines parfaites et 1 imparfaite.
〃 3. Pistil.
〃 4. Bractées sous une fleur terminale triple, les unes stériles, les autres ayant à leur aisselle des rudiments très imparfaits de fleurs (*a*, *a'*).
〃 5. La partie *a* de la fig. 4, représentée isolément.
〃 6, *a*. La partie *a'* de la fig. 4.
〃 7. Fleur terminale triple, avec commencement de prolification; *a*, sépales partiellement colorés; *b*, fleur latérale trilobée, réduite par avortement.
〃 8*a*. Un sépale demi-pétaloïde de la fleur précédente, vu isolément.
〃 8. Corolle, avec les étamines, d'une fleur terminale triple, ouverte; *a d*, pistil; *b*, *b'*, plis de la corolle; *c*, treizième étamine, stérile.
〃 9, 10, 11. Fruits mûrs de fleurs triples; *a*, style interne.
〃 12, 13, 14. La partie intérieure des fruits, après enlèvement des valves extérieures; 12, section transversale.
〃 15, 16. Sections transversales, amplifiées, de fruits triples avec loges surnuméraires internes; dans la fig. 16, à gauche, on voit deux feuilles carpellaires qui ont formé ensemble une seule loge et un placenta double.

Pl. XVII, A. Digitalis purpurea *L.*

Prolification de la fleur terminale.

Fig. 1. La prolification de la fleur de la Pl. XVI, fig. 7, représentée à part.
〃 2, 3. Verticille extérieur de la prolification, étendu: sépales et carpelles à demi transformés (*a*, *b*, *c*, *d*); *a*, *b*, avec cavité close, mais sans placenta.
〃 4—9, Les 7 parties pétaloïdes du verticille suivant, avec des étamines soudées plus ou moins loin (*a*, *a'*).
〃 9*. L'anthère de la fig. 9*a*, grossie; *b*, loges polliniques; *a*, ovules.
〃 10. Ce qui reste de la prolification, après que les parties représentées dans les fig. 2—9 ont été enlevées.
〃 11. L'étamine de la fig. 10 à droite, vue séparément et un peu grossie; *b*, anthère normale; *a* ovules
〃 12. Le verticille externe des parties de la fig. 10, étendu et vu en dehors, un peu grossi; *a*, ovules; *b*, anthères; *c*, *c'*, parties stylaires.
〃 13. Le même, vu en dedans, un peu grossi; signification des lettres comme dans la fig. 12.
〃 14—18. Les parties de ce verticille, séparées et plus fortement grossies; *a*, ovules; *b* (fig. 15—18), parties stylaires.

Fig. 19. Ce qui reste de la prolification, après l'enlèvement des parties ci-dessus mentionnées.
〃 20. Quatre des sept parties carpelloïdes (une seule pétaloïde) du verticille externe de la portion restante (fig. 19).
〃 21. Portion qui reste, après l'enlèvement des parties signalées en dernier lieu; formée de 7 parties sépaloïdes.
〃 22. Organes indéterminables, situés au centre du verticille précédent.

Pl. XVII, B. Matthiola incana *R. Br.*

Fig. 1. Ovaire béant, d'où sort une prolification; *a*, *a'*, les carpelles, avec ovules aux börds; *b*, *b'*, *b''*, boutons de fleur imparfaits.
〃 2. Feuille carpellaire d'un des boutons de fleur *b* de la fig. 1; *a*, ovules sur le bord du côté qui renferme du pollen dans le reste de son étendue.
〃 3. Carpelle béant, avec ovules sur les deux bords.
〃 4. Ovule de la fig. 2*a*, grossi.
〃 5. Pollen d'un des côtés de l'organe représenté dans la fig. 2; grossi.
〃 6. Pistil en partie béant.
〃 7. Le même, coupé longitudinalement entre les lobes; *a*, pistil intérieur.
〃 8. Pistil intérieur de la fig. 7*a*, coupé longitudinalement.

Pl. XVIII. Matricaria Chamomilla *L.*

Fig. 1. Anthode monstrueux, avec fleurons ligulés enroulés, et avec réceptacle et fleurons tubuleux peu développés.
〃 2. Le même, en coupe longitudinale.
〃 3. Fleuron bilabié de la circonférence du même.
〃 4. Le même fleuron après que les lobes ont été écartés l'un de l'autre.
〃 5—6. La base d'autres fleurons ligulés avec organes sexuels déformés.
〃 7. Échantillon avec anthodes prolifiants; *a*, anthode terminal, offrant la prolification la plus forte; *b*, *c*, anthodes à prolification moins forte, sur les rameaux latéraux.
〃 8, 8*a*. Coupe verticale de l'anthode prolifiant des rameaux latéraux.
〃 9—11. Prolifications des fleurons de la circonférence; *a*, bouton d'anthode de la prolification.
〃 12. Prolification à l'aisselle d'une foliole de l'involucre.
〃 13. Prolification (*a*) d'un fleuron tubuleux.
〃 14. Forme monstrueuse d'une prolification à l'aisselle d'une foliole de l'involucre.
〃 15. Coupe de l'anthode central de la fig. 7, *a*: *a*, prolification à l'aisselle d'une foliole de l'involucre.
b, *b'*. Prolifications des fleurons ligulés.
c, *c'*, *c''*. Prolifications des fleurons tubuleux.
d. Fleurons tubuleux avortés.
〃 16. Coupe verticale de la prolification d'un fleuron tubuleux de la figure précédente (15, *c'*).

Fig. 17. Idem de celle de fig. 15, *c*.
" 18. Idem de celle d'un fleuron ligulé (fig. 15, *b*.)
" 19. Idem de celle de fig. 15, *b'*.
" 20. Fleuron stérile de la prolification de fig. 15, *b'*.
" 21, 22. Fleuron tubuleux prolifiant de l'anthode central, vu de deux côtés différents.
" 23, 24. Fleurons ligulés stériles de la prolification (fig. 19) d'un fleuron ligulé de l'anthode central.

Pl. XIX. Anemone nemorosa *L.*

Fig. 1. Échantillon avec verticille involucral doublé (*a*).
" 2. Échantillon ayant, comme le précédent, un verticille involucral doublé en *a*, et encore un troisième verticille en *b*.
" 3—6. Fleurs séparées, virescentes et montrant un commencement de transformation dans quelques-uns de leurs sépales.
" 7. Le petit involucre additionnel de la fig. 2*b*, vu séparément.

Pl. XX. Ulmus campestris? *L.* var. pendula.

Fig. 1. Feuille normale.
" 2—6. Différents degrés de séparation de la foliole *b*.
" 7. Feuille avec deux de ces folioles (*b*, *b'*) l'une au-dessus de l'autre.
" 8. Feuille avec deux de ces folioles (*b*, *b'*) opposées l'une à l'autre.
" 9. Commencement de dédoublement d'une feuille; *a*, *a'*, les nouveaux sommets; *b*, *b'*, folioles additionnelles.
" 10. Dédoublement plus avancée; *a*, *a'*, comme ci-dessus.
" 11. à gauche, au milieu de la hauteur: dédoublement complet, en ce qui concerne les feuilles (*a* *a'*) et les pétioles; *b'* foliole additionnelle au limbe de *a'*; à droite, à la même hauteur, on voit séparément la base de ces feuilles; *st*, *st'*, les deux stipules primitives; *g*, le bourgeon axillaire commun, sous lequel se trouvait une troisième stipule, qui a été enlevée.
" 12. Dédoublement tout à fait complet, avec formation, pour chaque feuille, de deux stipules et d'un bourgeon axillaire particulier.
" 13. Feuille anormale cyathiforme

DESCRIPTION

(avec figures sur Planche XXI)

DE DEUX ESPÈCES NOUVELLES DE SCIÉNOÏDES DE SURINAM,

PAR

P. BLEEKER.

Johnius heterolepis Blkr.

John. corpore oblongo compresso, altitudine $3\frac{1}{2}$ ad $3\frac{3}{5}$ in ejus longitudine absque-, $4\frac{1}{4}$ ad $4\frac{2}{5}$ in ejus longitudine cum pinna caudali; latitudine corporis $1\frac{3}{5}$ ad $1\frac{2}{3}$ in ejus altitudine; capite obtuso $3\frac{1}{3}$ ad $3\frac{1}{2}$ in longitudine corporis absque-, 4 et paulo ad $4\frac{1}{4}$ in longitudine corporis cum pinna caudali; altitudine capitis $1\frac{1}{4}$ ad $1\frac{1}{5}$, latitudine capitis 2 fere in ejus longitudine; oculis diametro 4 circ. in longitudine capitis, diametro 1 circ. distantibus; linea rostro-frontali fronte rectiuscula rostro valde convexa; naribus ante pupillae partem inferiorem perforatis; rostro obtuso valde convexo oculo non longiore, paulo ante maxillam superiorem prominente, margine libero vix emarginato integro apice poris vel fossulis conspicuis nullis; maxilla superiore non usque ante oculi marginem inferiorem adscendente, verticaliter deorsum valde protractili, sub medio oculo vel sub oculi dimidio posteriore desinente, $2\frac{1}{2}$ circ. in longitudine capitis; maxilla inferiore squamata symphysin versus fossulis 5 valde conspicuis; dentibus maxillis pluriseriatis confertis parvis, intermaxillaribus serie externa ceteris paulo majoribus, inframaxillaribus seriebus omnibus subaequalibus; rictu parum

obliquo; labiis mediocribus; osse suborbitali sub oculo oculi diametro verticali non vel vix humiliore; praeoperculo limbo oculi diametro sat multo graciliore, margine libero dentibus conspicuis nullis; operculo spinis 2 gracilibus pungentibus; osse suprascapulari vix ciliato; linea laterali mediocriter curvata, singulis squamis tubulo leviter arborescente notata; cauda parte libera paulo altiore quam longa; squamis rostro, genis, praeoperculo et maxilla inferiore non ciliatis, capite superne, operculis, corporeque ubique ciliatis, nuchalibus et dorsalibus anterioribus squamis lateribus caudaque minoribus; squamis angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis supra lineam lateralem in series 46 circ. transversas, infra lineam lateralem in series 40 circ. transversas dispositis; squamis 15 vel 16 in serie transversali pinnam ventralem inter et dorsalem, quarum 4 vel 5 lineam lateralem inter et dorsalem spinosam mediam; pinna dorsali partem spinosam inter et radiosam usque ad basin fere emarginata; dorsali spinosa triangulari corpore duplo circ. humiliore, non multo longiore quam alta, spinis gracilibus leviter pungentibus et parum flexilibus; 3a ceteris longiore; dorsali radiosa dorsali spinosa non multo humiliore et duplo circ. longiore tota squamosa; pectoralibus acutiusculis et caudali rhomboidea postice acuta capite absque rostro non brevioribus; ventratibus acutis capite absque rostro multo brevioribus; anali tota squamosa, corpore duplo circ. humiliore, obtusa, convexa, longitudine 4 circ. in longitudine dorsalis radiosae, spinis sat gracilibus, 1a brevissima, 2a oculo paulo tantum longiore; colore corpore superne viridescente- vel coerulescente-griseo, lateribus et inferne argenteo; iride flavescente superne fuscescente; pinnis flavescentibus.

B. 7. D. 10—1/28 vel 10—1/29. P. 2/16 vel 2/17. V. 1/5. A. 2/7 vel 2/8. C. 1/15/1 et lat. brev.

Hab. Surinama.

Longitudo 2 speciminum 145‴ et 153‴

Rem. Je ne retrouve pas cette espèce dans les auteurs. Elle est voisine des Johnius coitor et Belangeri, mais se fait aisément

distinguer par les formules des rayons et des écailles; par la présence d'écailles sur la mâchoire inférieure et sur toute la surface de la partie molle de la dorsale et de l'anale; par la nature des écailles, dont celles du museau, des joues, du préopercule et de la mâchoire inférieure seulement sont cycloïdes; par le peu de force et de longueur de la seconde épine anale; par les proportions du corps, de la tête et des yeux; par l'intégrité du bord libre du museau et par l'absence de pores rostraux, etc.

Pseudosciaena surinamensis Blkr.

Pseudosc. corpore oblongo compresso, altitudine 3 et paulo in ejus longitudine absque-, 4 et paulo in ejus longitudine cum pinna caudali; latitudine corporis 2 circ. in ejus altitudine; capite obtuso 3 et paulo in longitudine corporis absque-, 4 et paulo in longitudine corporis cum pinna caudali; altitudine capitis 1 circ., latitudine capitis 2 circ. in ejus longitudine; oculis diametro 4 circ. in longitudine capitis, diametro 1 circ. distantibus; linea rostrofrontali fronte concaviuscula, rostro convexa; naribus ante pupillae partem inferiorem perforatis; rostro convexo oculo breviore, margine libero integro incisuris nullis, apice poris conspicuis nullis; maxilla superiore maxilla inferiore paulo longiore, vix usque ante oculi marginem inferiorem adscendente, sub oculi margine posteriore vel vix post oculum desinente, 2 fere in longitudine capitis; maxilla inferiore symphysin versus poris majoribus vel fossulis conspicuis nullis; dentibus maxillis pluriseriatis, intermaxillaribus seriebus externis minimis confertissimis serie externa conicis curvatis mediocribus distantibus postrorsum longitudine decrescentibus anterioribus subcaninoideis; dentibus inframaxillaribus seriebus externis parvis confertis, serie interna mediocribus distantibus mediis utroque ramo ceteris conspicue longioribus subcaninoideis intermaxillaribus serie externa non brevioribus; rictu sat obliquo; osse suborbitali sub oculo oculi diametro verticali multo minus duplo humiliore; praeoperculo leviter crenulato-denticulato, limbo oculi diametro multo graciliore; operculo postice spinulis 2 planis tenuibus vix pungentibus; pseudobranchiis rudimentariis vel nullis; osse suprascapulari

conspicue fimbriato; linea laterali valde curvata leviter tumida singulis squamis squamulata; cauda parte libera aeque longa circ. ac alta; squamis capite non ciliatis, corpore ubique ciliatis, nuchalibus et dorsalibus anterioribus squamis lateribus caudaque minoribus; squamis angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis supra lineam lateralem in series 95 ad 100 transversas, infra lineam lateralem in series 75 circ. transversas dispositis; squamis 32 circ. in serie transversali basin pinnae ventralis inter et pinnam dorsalem, quarum 12 circ. lineam lateralem inter et dorsalem spinosam mediam; pinna dorsali partem spinosam inter et radiosam profunde sed non usque prope basin incisa; dorsali spinosa triangulari spinis gracilibus flexilibus 3a ceteris longiore; dorsali radiosa dorsali spinosa humiliore et duplo circ. longiore; pectoralibus acutis et caudali rhomboidea postice acuta capite absque rostro longioribus; ventralibus basi pectoralium oppositis, acutis, capite absque rostro brevioribus; anali obtusa convexa corpore duplo circ. humiliore, longitudine 5 circ. in longitudine dorsalis radiosae, spinis validis 1a brevissima, 2a oculo duplo circ. longiore capite duplo circ. breviore; colore corpore superne dilute coerulescente-griseo, lateribus et inferne argenteo; iride flavescente-argentea superne-fusca; pinnis flavescentibus; axillis argenteis.

B. 7. D. 10—1/31 vel 10—1/32. P. 2/15. V. 1/5. A. 2/6 vel 2/7. C. 1/15/1 et lat. brev.

Hab. Surinama.

Longitudo speciminis descripti 116'''.

Rem. L'espèce actuelle est fort voisine du Pseudosciaena squamosissima Blkr (= Sciaena squamosissima Heck. = Johnius amazonicus Cast. = Sciaena amazonica Günth. = Diplolepis squamosissimus Steind.), dont j'ai publié une description assez détaillée, sous le nom de Otolithus amazonicus, dans un article intitulé: Description de quelques espèces de poissons du Japon, du Cap de Bonne-Espérance et de Suriname (Ned. Tijdschr. Dierk. II p. 257). Le surinamensis se distingue principalement du

squamosissima par la seconde épine anale, qui, dans la dernière espèce, est beaucoup plus faible et beaucoup plus courte et mesure jusqu'à $4\frac{2}{3}$ fois dans la longueur de la tête, différence qui en fait un Sciaena d'après les vues de Cuvier et de M. Günther, tandis que le surinamensis, d'après les mêmes vues, serait un vrai Corvina. Le squamosissima a aussi un ou deux rayons de plus à la dorsale, les narines situées en avant du milieu de l'œil, etc. — M. Steindachner voit dans le Sciaena squamosissima un genre distinct, qu'il nomme Diplolepis et qu'il caractérisée par la nature squammuleuse des écailles de la ligne latérale et par la seconde dorsale et l'anale presque entièrement couvertes d'écailles. Mais le squamosissima et l'espèce actuelle étant par tous les autres rapports de vrais Pseudosciaena, la validité du genre Diplolepis me paraît fort contestable. Le nom proposé par M. Steindachner ne serait en aucun cas admissible, puisqu'il avait été déjà appliqué à un genre d'Hymenoptères et à un genre d'Asclépiadées.

J'ai déjà dit ailleurs (Description de quelques espèces de poissons nouvelles ou peu connues de Chine, Ned. Tijdschr. Dierk. I p. 144) que le genre Sciaena des auteurs modernes, ne correspondant pas à l'espèce type du genre Sciaena Art., qui n'est autre que le Sciaena cirrhosa L., sur lequel Cuvier a établi le genre Umbrina, pourrait être indiqué dorénavant sous le nom de Pseudosciaena. Or, le genre Sciaena Cuv. n'avait été lui-même qu'insuffisamment établi, et les genres voisins, tels que le Corvina et le Johnius, ne l'ont pas été beaucoup mieux. Aussi les auteurs modernes, examinant les nombreuses espèces voisines découvertes depuis la publication de la grande Histoire naturelle des poissons ou réexaminant les espèces Cuviériennes, se sont trouvés plus ou moins embarrassés pour leur assigner leurs véritables genres, genres qui doivent plutôt être établis sur la dentition que sur la force relative de la seconde épine anale.

Je désigne maintenant sous le nom de Sciaena Art. les Umbrina de Cuvier, c'est-à-dire, les espèces où les mâchoires sont armées de petites dents plurisériales, dont celles de la mâchoire inférieure sont toutes d'égale longueur et sans rangée intérieure de

dents plus fortes et distantes, espèces caractérisées du reste par un seul barbillon mentonnier charnu et court.

Les Johnius, c'est-à-dire, les espèces voisines du Johnius carutta Blkr., type du genre Blochien (Ausl. Fisch. VII p. 132) et du Corvina nigra CV. (type du genre Corvina Cuv.), ne se distinguent guère des Sciaena Art. que par l'absence de barbillon mentonnier. Ils en ont la dentition et la physionomie générale.

Le genre Pseudosciaena Blkr. se compose d'espèces voisines du type du genre Sciaena Cuv., espèces parfaitement caractérisées par la dentition, les mâchoires étant armées de dents disposées sur plusieurs rangées, mais présentant le caractère constant que les intermaxillaires de la rangée externe sont plus fortes et plus distantes que celles des rangées internes, tandis qu'à la mâchoire inférieure ce sont au contraire les dents de la rangée interne qui sont les plus fortes. Les dents intermaxillaires antérieures se développent ordinairement plus que les suivantes (sans devenir de véritables canines), ce qui a fait ranger à tort quelques espèces parmi les Otolithus.

Quant à ce dernier genre, j'y distingue les trois types Otolithus Cuv., Cynoscion Gill et Collichthys Günth., caractérisés, le premier par les fortes canines aux deux mâchoires et par la mâchoire inférieure proéminente; le second par la présence de canines intermaxillaires seulement; et le troisième par les canines aux deux mâchoires et par la mâchoire inférieure plus courte que la supérieure.

Les espèces qu'autrefois j'ai rangées à tort dans le genre Otolithus sont l'Otolithus microdon Blkr et l'Otolithus biauritus Cant. (de vrais Collichthys), et puis les Otolithus borneënsis, macrophthalmus et Vogleri de l'Inde archipélagique et les Otolithus amazonicus et cayennensis, qui tous sont de vrais Pseudosciaena.

La Haye, Juillet 1873.

DESCRIPTION
(et figure sur Planche XXI)

D'UNE ESPÈCE INÉDITE DE GADUS (BOREOGADUS) DES MERS D'ISLANDE,

PAR

P. BLEEKER.

Gadus (*Boreogadus*) *Bottemannei* Blkr.

Gad. (Boreog.) corpore elongato compresso, altitudine $5\frac{1}{2}$ circ. in ejus longitudine usque ad mediam basin pinnae caudalis, 6 circ. in longitudine corporis usque ad medium marginem caudalis posteriorem; latitudine corporis $1\frac{3}{4}$ circ. in ejus altitudine; capite acuto $4\frac{1}{4}$ circ. in longitudine corporis usque ad mediam basin pinnae caudalis, $4\frac{3}{5}$ fere in longitudine corporis usque ad medium caudalis marginem posteriorem; altitudine capitis $1\frac{3}{5}$ circ., latitudine capitis $2\frac{1}{3}$ circ. in ejus longitudine; oculis diametro 3 circ. in longitudine capitis, diametro $\frac{2}{3}$ circ. distantibus; linea rostrofrontali rectiuscula; rostro non convexo acuto oculo breviore; naribus ante mediam orbitam perforatis; maxilla superiore maxilla inferiore vix breviore, sub oculi parte anteriore desinente, 3 fere in longitudine capitis; maxilla inferiore cirro nullo; dentibus maxillis antice pluriseriatis serie externa ceteris conspicue majoribus, intermaxillaribus inframaxillaribus paulo longioribus; dentibus vomerinis in vittam Λ formem dispositis; linea laterali vix curvata; squamis angulum aperturae branchialis superiorem inter et mediam basin pinnae caudalis in series 150 circ. transversas dispositis; squamis 20 circit. in serie transversali lineam lateralem inter et pinnam dorsalem anteriorem; cauda parte libera triplo circiter longiore quam parte gracillima alta; apertura anali radiis dorsalis anterioris posterioribus opposita; pinnis dorsalibus non continuis, anteriore mediae magis quam media posteriori approximata, 1^a et 2^a altitudine subaequalibus 3_a altioribus corpore minus duplo humilioribus acutangulis, 1^a 2^a duplo circiter breviore, 3^a obtusa longitudine $1\frac{1}{2}$ circ. in longitudine 2^{ae}; pectoralibus acutis capite absque rostro paulo brevioribus; ventralibus capitis parte postoculari paulo brevioribus; analibus non continuis obtusis anteriore posteriore

multo altiore et multo longiore dorsali 2a paulo longiore, corpore duplo circ. humiliore; caudali extensa leviter emarginata angulis acuta radiis lateralibus brevibus longe ante apicem caudae incipientibus, pinnae margine superiore capite paulo breviore, radiis mediis capite triplo circiter brevioribus; colore corpore superne pinnisque fuscescente vel olivascente-fusco, corpore inferne flavescente-argenteo dense fusco arenato; iride flavescente fusco arenata; axilla macula nigra distincta nulla.

B. 7. D. 15—18—20. P. 20. V. 6. A. 23—21. C. 14/25/14.

Hab. Mare islandicum.

Longitudo speciminis descripti 175‴.

Je ne puis rapporter l'individu décrit à aucune des espèces connues. Les dents de la rangée externe aux deux mâchoires étant notablement plus longues et plus fortes que celles des rangées internes et la mâchoire inférieure un peu plus longue que la supérieure, l'espèce appartient au groupe du genre pour lequel M. Günther a proposé le nom de Boreogadus, groupe où il n'y a d'inscrits jusqu'ici que le Gadus Fabricii Rich., le Gadus saida Lepech., le Gadus Esmarkii Nilss., le Gadus productus Günth., et le Gadus poutassou Riss. — Le Bottemannei se fait aisément distinguer de ces cinq espèces par l'absence de barbillon, par la petite tête à museau pointu non conique et plus court que l'œil, par la position de l'orifice anal vis-à-vis les derniers rayons de la première dorsale, et par la formule des rayons des nageoires dorsales et anales. Il me paraît le plus voisin du Gadus Esmarkii Nilss., mais celui-ci est distinct par un corps plus trapu (hauteur $\frac{2}{9}$ de la longueur sans la caudale), par la présence d'un barbillon, par le museau qui est aussi long que l'œil et de forme plus ou moins conique, par le nombre supérieur des rayons des dorsales et des anales, etc.

Je dois l'unique individu de l'espèce décrite à M. C. J. Bottemanne, dont les voyages dans les mers polaires ont considérablement enrichi le Musée de Leide.

LA HAYE, Octobre 1873.

SUR LA DIFFÉRENCE SEXUELLE

DE LA TAILLE

CHEZ LES ARTICULÉS

ET EN PARTICULIER

CHEZ LES ARACHNIDES

DU GENRE NEPHILA,

PAR

A. W. M. VAN HASSELT.

La prépondérance physique de l'individu mâle sur l'individu femelle, qui est la règle ordinaire pour l'*Homme*, se fait sentir d'une façon assez soutenue chez tous les *Vertébrés*. Cela est plus spécialement le cas pour les *Mammifères* et, à quelques exceptions près parmi les Rapaces, aussi pour les *Oiseaux*. Chez les *Reptiles* et les *Poissons* cette différence est moins sensible ou moins connue, si même elle n'est purement accidentelle dans les deux sexes, suivant que les individus, atteignant un âge plus avancé, continuent plus longtemps à croître et prennent ainsi un plus grand développement.

Chez les animaux des classes qui viennent d'être citées, la différence sexuelle en question est toujours relativement petite. Elle devient beaucoup plus prononcée dans le groupe, dit inférieur, des *Articulés*. Chez ceux-ci, on observe fréquemment une différence frappante, non-seulement quant à la forme, la couleur, les dessins, etc., mais aussi spécialement quant à la taille, avec cette circonstance qu'ici le type mâle cède très souvent le pas au type femelle.

Dans la classe des *Insectes*, aucune règle générale n'est toutefois applicable. Chez certains ordres la supériorité de taille appartient aux mâles, chez d'autres à la femelle; dans plusieurs on ne trouve que très peu de différence, sous ce rapport, entre les deux sexes. La prépondérance des mâles existe, d'une manière plus ou moins appréciable, chez les *Coléoptères*, où l'on voit, par exemple, le *Lucanus cervus* mâle être deux fois aussi grand que la femelle. Chez les *Névroptères*, les *Tenthrédinides*, les *Diptères* et les *Hémiptères*, la différence de taille est très insignifiante. C'est seulement en arrivant aux *Lépidoptères* qu'on voit habituellement l'individu mâle devenir plus petit et de proportions plus délicates que la femelle. Il en est de même chez les *Orthoptères* et les *Ichneumonides*, ainsi que chez les *Pulicides* et les *Pédiculides*. Chez les *Formicaires* et les *Mutillides* on trouve les mâles souvent deux fois plus petits que les femelles, et de même chez les *Cocciniens*; chez les *Aphidiens* les mâles sont même jusqu'à 4—5 fois plus petits, tandis que le *Termes* femelle, surtout avant la ponte, est un monstre de grandeur en comparaison des mâles.

Dans le second groupe des Articulés, celui des *Crustacés*, la différence de taille prend déjà un caractère plus général que chez les Insectes. A un petit nombre d'exceptions près, par exemple chez les *Asellides*, les mâles sont ici décidément et constamment plus petits que les femelles. Cette inégalité est notamment très accusée chez plusieurs genres et espèces des Crustacés *parasites*, surtout parmi ceux qui portent à tort le nom collectif de *Poux de poissons*. Plusieurs de ces derniers ont aussi été étudiés à diverses époques dans notre pays, où leur structure et leur manière de vivre ont donné lieu à des observations très intéressantes de la part de Van der Hoeven, Bleeker, Herklots et autres. Les auteurs qui ont écrit sur les Crustacés signalent parmi ces formes animales une foule d'exemples de types mâles remarquablement petits. C'est ainsi que le mâle de l'*Ichthyoxenos Jellinghausii* est 2 fois plus petit que la femelle, celui du *Jone thoracica* 3 fois, celui du *Bopyrus Squillarum* 5 fois. Chez les *Proteolepas bivincta*, *Lernaepoda Galei*, *Achteres Percarum* et autres, on trouve deux à quatre mâles,

beaucoup plus petits, fixés sous l'abdomen de la femelle, au voisinage immédiat des organes extérieurs de la génération. Le genre *Chondracanthus* offre la même particularité; les mâles, réunis par paire et visibles seulement à la loupe, apparaissent sous forme de simples points à côté des organes sexuels de la femelle. Dans ce genre de „Poux de poisson" on rencontre des espèces, entre autres le *cornutus*, dont les mâles sont décrits comme étant 10, 20 et 30 fois plus petits que les femelles. Précisément à cause de leur petitesse extrême, souvent jointe à une forme anormale, ces mâles *nains* ont longtemps échappé à l'attention et sont restés inconnus, ou bien ils ont été regardés à tort, par exemple par M. Burmeister, comme des hôtes étrangers, des „parasites" de parasites. M. Nordmann est un des premiers qui ait reconnu la véritable nature de ces Crustacés pygméens, et ses observations ont été confirmées par MM. Rathke, Kroyer et autres.

Quant au troisième groupe des Articulés, celui des *Arachnoïdes*, tout ce qu'on nous en apprend, pour ainsi dire, c'est que, dans la plupart des ordres, les mâles sont en général plus petits que les femelles. Dans l'ordre des *Acariens*, par exemple, on sait que le mâle de l'*Ixodes ricinus* est 3 à 4 fois plus petit que la femelle. Mais pour cet ordre, comme pour la plupart des autres, j'ai peu de chose à communiquer; c'est spécialement sur l'ordre des *Arachnides*, ou des *Araignées* vraies, que je désire fixer l'attention. Chez celles-ci, on ne connaît qu'une seule espèce où le mâle soit plus grand que la femelle, savoir l'*Argyroneta aquatica*, et un petit nombre de genres et d'espèces où les deux sexes n'offrent que peu de différence sous le rapport de la taille, tels que les *Dictyna*, *Micryphantes*, *Clubiona*, *Agelena*, quelques *Lycosa*, etc. Comme règle génerale, toutefois, on trouve, dans cette division, que le mâle est sensiblement plus petit que la femelle. Il faut d'ailleurs remarquer à ce sujet, qu'ici, comme partout ailleurs, on rencontre des différences individuelles notables parmi les mâles de la même espèce; c'est ainsi, par exemple, que ma collection renferme des individus mâles d'*Epeira* et de *Philoica*, dont les uns sont environ 2 fois plus grands que les autres. Il est rare pourtant de trouver

chez les Araignées des mâles qui soient *beaucoup de fois* plus petits que la femelle. On peut citer comme remarquable sous ce rapport le *Thomisus citreus*, dont je possède des individus mâles qui sont bien 10 à 12 fois plus petits que certaines femelles.

Mais l'exemple le plus frappant, — et c'est là que je voulais principalement en venir, — nous est fourni par les Araignées du genre tropical *Nephila*, où certains mâles sont si extraordinairement petits en comparaison de leurs femelles, parfois réellement colossales, que jusqu'à une époque relativement récente ils s'étaient soustraits à toutes les recherches. Le savant Walckenaer, si versé dans l'étude des Araignées tropicales, n'avait aucune connaissance de ces mâles, pas même pour une seule des espèces dont il a décrit l'individu femelle. Dans l'ouvrage classique de Hahn et Koch, on ne trouve également, à ce sujet, que des indications insignifiantes, montrant suffisamment qu'eux non plus n'avaient qu'une idée très imparfaite de la singulière différence qui existe ici entre les deux sexes. Ils mentionnent seulement, à propos du *Nephila clavipes*, sans figure ni trait de grandeur, que „le mâle est notablement (*bedeutend*) plus petit que la femelle"; et à propos du *Nephila transalpina*, pour lequel ils donnent aussi une figure du mâle, — très éloignée d'ailleurs de la forme propre aux *Nephila* des Indes et de l'Afrique, dont il sera question plus loin, — que „le mâle a à peine *la moitié* [1]) de la grandeur de la femelle adulte"; indications qui n'ont aussi rien d'extraordinaire. Doleschall, qui s'est occupé si longtemps et avec tant d'ardeur de recherches arachnologiques dans la vraie patrie des Néphilides, paraît être resté de même totalement étranger à leurs formes mâles naines; du moins dans ses *Eerste en Tweede Bijdrage tot de kennis der Aranëiden van den Indischen Archipel*, en décrivant les femelles, il ne fait nulle part mention de leurs mâles. Dans l'écrit plus récent de M. Keyserling, *Beschreibung neuer und wenig bekannter Arten aus der Familie Epeiridae* (famille à laquelle appartient le genre *Nephila*), je ne trouve rien qui ait trait à cette question

[1]) Plus tard, Dufour réduisit déjà la grandeur de ce mâle, qu'il décrit comme étant „au moins *trois* fois plus petit et plus grêle que la femelle".

intéressante. Elle ne paraît pas non plus avoir attiré spécialement l'attention de M. L. Koch. Dans son beau travail, encore inachevé, „*Arachniden Australiëns*", où le genre *Nephila* est représenté par 22 espèces, en partie nouvelles et en partie déjà connues, on trouve, sans aucun commentaire particulier, pour une seule espèce „nouvelle", *N. flagellans*[1]), la description de l'individu mâle, accompagnée d'une figure. Dans cette dernière, il ne paraît pas avoir été tenu beaucoup de compte de la différence de taille entre le mâle et la femelle; mais par les chiffres communiqués pour la longueur du céphalothorax et de l'abdomen (0,0235 m. chez la femelle, 0,0065 m. chez le mâle), on voit que la première est dans cette espèce près de 4 fois plus grande (plus longue) que le second.

La connaissance de la remarquable inégalité sexuelle qu'on rencontre chez certains *Nephila*, et que je vais maintenant décrire avec quelques détails, ne doit pourtant nullement être regardée comme ne datant que de mon observation personnelle, car, dès 1863, elle avait été constatée d'une manière précise par M. Vinson, docteur en médecine à l'île de la Réunion. Cet habile arachnologue doit être appelé le véritable auteur de la découverte, chez certaines espèces de ce genre relativement gigantesque[2]), des mâles nains, au sujet desquels il dit avec raison, dans le texte joint à ses excellents dessins des *Epeira* (Nephila) *inaurata* Walck. et *nigra* Vinson: „qui n'ont été, jusqu'ici, ni décrits ni figurés" (*Aranéides des Iles de la Réunion, Maurice, etc.*)

Chez les espèces susdites, on trouve fréquemment, d'après M. Vinson, *deux* de ces petits mâles postés au pourtour de la grande toile de l'araignée femelle, ou quelquefois aussi fixés sur le dos ou les pattes de celle-ci. Par cette observation, et plus encore par celle de la copulation chez l'*E.* (*N.*) *nigra*, il a mis tout à

---

[1]) Je n'oserais affirmer que cette espèce soit vraiment nouvelle; du moins il me semble que le mâle, surtout en ce qui concerne la forme remarquable des palpes, n'est pas sans analogie avec le mâle de l'*Epeira inaurata* Walck., décrit et figuré par M. Vinson.

[2]) On sait que les *Nephila* (femelles) sont, avec les genres *Mygale* et *Olios* (ou *Ocypete*), au nombre des Arachnides les plus grandes.

fait hors de doute que ces petits mâles appartiennent à cette volumineuse femelle, fait qui au premier abord semble des plus invraisemblables. L'étude des caractères extérieurs suffirait du reste pour donner la conviction que les mâles doivent être rapportés à l'espèce en question; leur identité morphologique est, pour l'initié, à l'abri de toute contestation. Comme surcroît de preuve, on peut encore faire remarquer que les jeunes des deux sexes, observés par M. Vinson, présentent entre eux la plus grande ressemblance extérieure, aussi longtemps qu'ils sont encore très petits. Du moins il dit, à propos de l'*E.* (*N.*) *nigra*: „la femelle porte dans son jeune âge une livrée exactement semblable à celle du mâle".

L'occasion de m'assurer, par l'observation personnelle, de l'exactitude des faits annoncés par M. Vinson, m'avait longtemps manqué. J'avais seulement, il y a une couple d'années, en examinant un envoi d'araignées Javanaises fait au Musée de Leyde par M. Ludeking [1]), appris à connaître un *mâle* isolé, qui dans sa forme et sa structure m'avait offert une analogie évidente avec le type décrit par M. Vinson, sans que je pusse décider toutefois à quelle espèce du genre *Nephila* ce spécimen devait être attribué.

Ce n'est que l'année dernière, dans la réunion d'hiver de notre Société entomologique, que j'eus la satisfaction de devenir possesseur d'une paire de *Nephila* de Célèbes, formant un couple parfaitement constaté, mais que personne, après l'avoir vu dans ma collection, ne sera tenté de nommer „un couple bien assorti"· au contraire, l'aspect en est fait pour inspirer un étonnement général et pour confirmer pleinement la vérité de ces paroles de M. Vinson: „Rien de plus disparate, que de voir la petitesse du mâle, auprès du volume énorme de la femelle".

Ce couple me fut remis par mon savant confrère M. P. C. T. Snellen, de la part de M. M. Piepers, membre de l'autorité judiciaire aux Indes-Orientales (devenu aussi, depuis peu, membre de la Société entomologique), qui à cette époque résidait à Macassar. Bien que peu au courant des détails de l'arachnologie, et s'occupant

---

[1]) *Araneae exoticae*, in *Tijdschrift voor Entomologie*. 14e année, 2e série, t. VI, p. 174.

presque exclusivement de l'étude des Lépidoptères, M. Piepers avait joint à son envoi une Note, qui me paraît devoir être reproduite textuellement, attendu que son auteur, auquel la découverte de Vinson était absolument inconnue, a eu le mérite de constater de son côté, par une observation indépendante quoique postérieure, le même fait éminemment remarquable. Voici les renseignements que M. Piepers avait ajoutés à son envoi: „Au premier coup d'œil, le flacon ne paraît contenir qu'une seule et très grande araignée. Mais, en regardant attentivement, on en trouvera une seconde, très petite. L'espèce de la grande est ici très commune. Elles construisent entre les branches des toiles très étendues, rondes et fortes, et elles paraissent être sociales, car on en trouve ordinairement plusieurs ensemble. A Takalara, sur un chemin plat de 6 pieds de largeur et bordé d'arbres aux deux côtés, j'ai vu un jour, sur une distance de 15 pieds, *dix-sept* de ces toiles tendues entre les branches au-dessus du chemin, quelques-unes à une élévation de 2 à 3 hauteurs d'homme. Au moment où je m'emparai, dans une de ces toiles, de la grosse araignée, la petite se trouvait sur son corps. Celle-ci exécutait, à la partie supérieure de la face inférieure de l'abdomen de la grosse araignée, des mouvements très vifs, touchant l'abdomen de la grosse avec la tête et les palpes, lesquels étaient distinctement pourvus de boutons mâles. Etait-ce là un coït? et cette petite araignée pourrait-elle être le mâle de la grande?"

Tout cela est bien vu et judicieusement interprété; tout cela est en parfait accord avec les observations de l'arachnologue Vinson. Celui-ci également a vu plusieurs fois les mâles, qui se trouvaient sur leurs compagnes au moment de la capture, profiter aussitôt du saisissement de la femelle, „qui, terrifiée par son récent emprisonnement, laissait faire paisiblement". Il a reconnu, en outre, que, chez les *Nephila* cités et chez quelques autres espèces du même genre, le mâle se tient aussi sur le corps de la femelle en dehors du temps de la copulation, montrant en cela quelque analogie avec les mâles nains des petits Crustacés parasites rappelés plus haut; M. Vinson donne à ce sujet les détails suivants:

„il se promène sur elle; marche sur ses côtés; se laisse glisser le long de ses longues pattes; se réfugie sur le milieu de son dos, pour échapper à son atteinte; etc." Il est probable, toutefois, que ce séjour n'a rien de fixe, mais est seulement temporaire; car M. Vinson dit encore, à propos de l'*E.* (*N.*) *inaurata*, que les mâles eux-mêmes tissent une petite toile au voisinage de celle des femelles, ou qu'ils se tiennent, comme beaucoup d'autres *Epeira*, sur l'un des fils extérieurs de la grande toile femelle.

Je n'ai pas réussi à déterminer, avec une entière certitude, l'*espèce* véritable à laquelle appartient le *Nephila* de Macassar. Le mâle me paraît ne pas différer beaucoup de celui du *N. nigra* Vinson; mais la description de celui-ci est très sommaire et n'offre par suite que peu de points de comparaison. Du reste, même pour la femelle, je n'ose me prononcer catégoriquement. Elle se rapproche le plus, toutefois, non de la figure (qui est celle d'un jeune), mais de la description donnée par Doleschall pour son *Epeira* (*N.*) *imperialis*. L'auteur dit cette espèce „rare" à Amboine. De la longueur qu'il lui assigne (seulement 1″ 6‴ mesure de Paris), je crois aussi pouvoir inférer qu'il n'a pas possédé la femelle tout à fait adulte de cette grande araignée. La mienne diffère surtout de celle de Doleschall en ce que le sternum n'est pas noir, mais brun rougeâtre; on y trouve d'ailleurs la petite épine à la base de la lèvre et les tubercules ou denticules à la base des pattes, à peu près tels qu'ils sont décrits par Walckenaer chez son *E.* (*N.*) *geniculata*, espèce avec laquelle la mienne présente sous beaucoup de rapports une ressemblance, qui avait aussi déjà été remarquée par Doleschall pour son *imperialis*. D'un autre côté, je trouve aussi une certaine analogie dans la description de l'*Epeira* (*N.*) *inaurata* Walck., telle qu'elle a été donnée par Vinson et, avant lui, par Dumont. Ce qu'il dit, entre autres, du dessin de l'abdomen (face dorsale), s'applique mot à mot au *N.* de Macassar, savoir: „quand l'abdomen est d'un jaune bien pur, on y distingue parfaitement huit points noirs enfoncés; les deux antérieurs, placés près de la base, sont isolés; les six autres points, posés plus loin, sont reliés entre eux par des lignes noires et déliées, qui

simulent assez bien le dessin d'un M." La plus grande différence entre mon spécimen de *Nephila* ♀ de Macassar et les *Nephila* cités (*imperialis* Dol., *geniculata* Walck., *inaurata* (Walck.) Vinson) est que, chez lui, le développement des poils noirs, surtout aux pattes de derrière, bien que distinct, n'est pas aussi accusé que dans les descriptions et les figures des espèces en question.

Quoi qu'il en soit, j'ai pensé qu'un couple aussi rare méritait bien d'être déterminé avec précision, sous le rapport de la *différence de grandeur*, attendu que celle-ci, même après la communication de M. Vinson, n'est pas encore généralement connue, ou, pour mieux dire, n'est pas indiquée d'une manière exacte. C'est ainsi, par exemple, que M. Simon, bien que connaissant l'ouvrage de Vinson et lui empruntant même un tracé comparatif de la longueur, dit dans sa caractéristique générale des Néphélides: „*Taille*: Mâle *trois* à *six* fois plus petit que la femelle" (*Histoire naturelle des Araignées*). Comme cette évaluation est déjà, pour au moins trois espèces analogues (*inaurata*, *nigra*, *imperialis*), beaucoup moins forte, j'ai soumis mes spécimens à des *mesures* et des *pesées* comparatives, dont les résultats ont été communiqués en premier lieu à l'Académie des sciences d'Amsterdam, dans la séance du 4 Février 1872. Voici ces résultats:

	Femelle.	Mâle.
longueur totale (avec les pattes)	0,135 m.	0,009 m.
longueur du céphalothorax et de l'abdomen . .	0,050 m.	0,004 m.
largeur moyenne	0,012 m.	0,001 m.
hauteur moyenne	0,010 m.	0,001 m.
poids du corps (pris à l'état humide [1]) . . .	2,700 gr.	0,002 gr.

D'après cela, les rapports corporels de l'individu femelle et de l'individu mâle de mon couple de *Nephila* sont *approximativement* les suivants:

---

[1]) C'est-à-dire, que les deux spécimens, retirés de la liqueur (alcool à 30°), furent déposés pendant quelques instants, d'une durée égale pour tous les deux, sur du papier buvard, puis, naturellement encore imbibés d'alcool, pesés séparément.

	Femelle.	Mâle.
longueur (pattes non comprises)	12,5	: 1
idem („ comprises).	15	: 1
étendue superficielle (pattes non comprises) . .	150	: 1
poids (total)	1350	: 1
volume (pattes non comprises)	1500	: 1

La femelle surpasse donc ici le mâle 15 *fois en longueur, pèse plus de* 1300 *fois autant que lui et présente un volume au moins* 1500 *fois plus grand.*

A l'exception peut-être des Poux de poissons et des Termites, je crois qu'aucune autre espèce connue du Règne animal n'offre un exemple d'une différence aussi énorme entre les deux sexes. Si l'on voulait se représenter cette différence d'une manière plus frappante, on n'aurait, pour la rareté du fait, qu'à l'appliquer à l'Homme. On obtiendrait alors, pour un échantillon ♂ du *Homo sapiens* haut de 6 pieds et pesant 150 livres, une ♀ d'une *taille* comprise entre 75 et 90 pieds et d'un *embonpoint* de plus de 200,000 livres!

AMSTERDAM, 18 Novembre 1872.

PROGRAMME

DE LA

Société Hollandaise des Sciences, de Harlem,

ANNÉE 1873.

La Société Hollandaise des Sciences a tenu, le 17 Mai 1873, sa 121ième assemblée générale.

Le Directeur-Président, M. le Baron F. W. van Styrum, ouvre la Séance par un discours, dans lequel il paye un tribut à la mémoire des directeurs et des membres que la Société a perdus depuis la dernière réunion générale, savoir: MM. Jhr. Quarles van Ufford et Jhr. P. Druijvesteijn (directeurs), F. Kaiser, J. R. Thorbecke et E. M. Beima (membres nationaux), J. B. Forbes, à *Edimbourg*, et J. von Liebig, à *Munich* (membres étrangers).

Le Président informe l'assemblée qu'en vertu d'une décision de Directeurs, une somme de deux mille florins, à prendre sur les fonds de la Société, sera mise à la disposition de la Commission de l'Académie royale des sciences, à laquelle est confié le soin d'organiser l'expédition hollandaise pour l'observation du prochain passage de Vénus sur le Soleil. La Société contribuera aussi, pour une somme de cent florins, aux frais du monument à élever en l'honneur d'un de ses anciens membres les plus éminents, feu le professeur F. Kaiser.

Depuis la séance générale de l'année dernière, il a été publié par la Société: *Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles*, numéros 3, 4 et 5 du tome VII et numéros 1 et 2 du tome VIII.

En réponse à la question mise au concours en 1871: „Donner des déterminations exactes de la densité de l'eau pure et privée d'air, à différentes températures exprimées en degrés du thermomètre à air," il a été reçu un Mémoire écrit en italien et portant la devise: *Provando e riprovando.* Sur l'avis de la commission chargée de prendre connaissance de ce travail, l'assemblée décide qu'il n'y a pas lieu d'accorder le prix.

On procède ensuite à l'élection de nouveaux membres de la Société; le scrutin donne les résultats suivants:

Membres nationaux,

MM. H. G. van de Sande Bakhuijzen, professeur d'astronomie, à Leyde,
J. A. C. Oudemans, ingénieur en chef du service géographique des Indes néerlandaises, à Batavia,
D. J. Steyn Parvé, inspecteur de l'enseignement secondaire, à La Haye.

Membre étranger,

M. N. A. F. Nordenskjöld, professeur de géologie, à Stockholm.

La Société a fait choix des nouvelles questions suivantes pour le concours dont le terme expire

au 1er janvier 1875.

I. Donner pour dix sortes de verre, de composition chimique connue: 1°. les coefficients de dilatation entre 0° et (au plus) 100° C., en ayant égard à l'influence de la trempe et de l'état de tension; 2°. les coefficients d'élasticité, avec indication exacte des températures; 3°. les indices de réfraction pour au moins dix points répartis sur toute l'étendue du spectre, également avec annotation précise de la température. *La médaille d'or et* 150 *florins.*

II. Le coefficient de dilatation de l'*acier* varie-t-il avec le degré de la trempe, et peut-on établir des lois empiriques au sujet de la liaison entre ces deux éléments?

III. L'expérience permet-elle de constater une connexion entre

la diffusion des liquides à travers les parois poreuses et d'autres phénomènes, tels que la capillarité, etc.?

IV. Déterminer le coefficient de dilatation d'au moins trois liquides de composition simple, suivant le procédé par lequel a été déterminée la dilatation absolue du mercure.

NB. Les températures, dans les diverses questions précédentes, devront être réduites, autant que possible, au thermomètre à air.

V. On demande des recherches sur l'origine des organes sensitifs, spécialement de l'organe visuel, chez quelques-uns des animaux inférieurs, cette origine étant considérée, autant que possible, en relation avec les conditions où l'animal se trouve et les influences extérieures auxquelles il est soumis.

VI. Quelles sont, dans le magnétisme terrestre, les périodes connues avec une exactitude suffisante, et jusqu'à quel point est-on fondé à rattacher ces périodes à d'autres phénomènes cosmiques ou telluriques?

VII. On demande de nouvelles expériences et observations concernant la question de savoir comment les matières albuminoïdes se forment et se déplacent dans la plante; un résumé historique et critique des recherches antérieures devra précéder ce travail.

VIII. A mesure que le nombre des isoméries connues augmente dans le domaine de la chimie organique, il devient de plus en plus désirable que la différence de constitution des isomères soit mise en relation avec leurs caractères physiques.

En conséquence, la Société demande de déterminer exactement la densité, le coefficient de dilatation, le point de fusion, le point d'ébullition, la chaleur spécifique, l'indice de réfraction et le pouvoir rotatoire spécifique d'au moins 20 combinaisons organiques, qui soient isomères deux à deux et dont la constitution chimique soit connue.

IX. Les expériences de M. Regnault, concernant la chaleur spécifique de certains terpènes, et celles de M. Berthelot, concernant le diamylène et le triamylène, ont montré que la chaleur spécifique des polymères d'une combinaison peut être égale à celle de la matière fondamentale qui leur donne naissance.

La Société demande que ces recherches soient étendues à un nombre aussi grand que possible d'autres combinaisons ayant entre elles les mêmes rapports, afin de décider si le fait observé par M. Regnault et M. Berthelot peut, ou non, être élevé au rang de loi générale.

X. Soumettre la constitution du tétraphénol et de ses dérivés à une étude approfondie, qui permette de porter un jugement sur l'hypothèse de M. Limpricht concernant l'existence d'une série de matières aromatiques à noyau composé de 4 atomes de carbone.

XI. On demande un aperçu critique des observations et des expériences concernant l'existence de bactéries dans les maladies contagieuses de l'homme et des autres mammifères, suivi de recherches originales sur la même question, étudiée dans une ou plusieurs de ces maladies contagieuses. La nature des organismes étrangers devra être déterminée exactement, avec figures à l'appui, et l'auteur devra constater par expérience jusqu'à quel point le caractère contagieux de la maladie est lié à la présence des bactéries.

XII. Dans ces dernières années, le mode de croissance des os a de nouveau été étudié sur une grande échelle par plusieurs savants, qui toutefois ont obtenu des résultats très divergents. La Société demande à ce sujet un travail, dans lequel l'auteur appuiera son opinion sur des recherches propres, et la comparera à celles qui ont été émises par d'autres expérimentateurs.

La Société rappelle les questions déjà proposées antérieurement, pour lesquelles le terme du concours est fixé comme il suit :

au 1er janvier 1874.

I. Etudier en détail et d'une manière approfondie l'influence que des modifications physiques et chimiques de l'agent dissolvant exercent sur la forme du carbonate de chaux, lorsqu'il se dépose au sein de dissolutions aqueuses.

II. Diverses hypothèses ont été émises sur l'origine des aurores

polaires. On demande un examen critique de ces hypothèses ainsi que des relations qu'on a cherché à établir entre l'aurore polaire et d'autres phénomènes naturels.

III. Quels sont les changements chimiques que les fruits à noyau subissent pendant leur développement? Les concurrents devront étudier ces changements à l'aide d'analyses exactes et originales.

IV. Trouver un moyen satisfaisant de déterminer la température, l'état d'humidité et la densité de l'air atmosphérique à une hauteur considérable au-dessus de la surface terrestre; ce moyen devra permettre l'enregistrement automatique des observations, ou au moins leur répétition fréquente.

Pour cette question, il sera ajouté une somme de trois cents florins à la médaille d'or qui constitue le prix ordinaire.

---

au 1er janvier 1875.

La marche de la science a amené dans la distinction de plusieurs espèces de plantes et dans la définition même de l'espèce une sorte de confusion. On s'est aperçu que la plupart des espèces admises anciennement renferment des formes diverses, que les uns appellent des races ou variétés, les autres des espèces. Les travaux déjà faits sur les *Rubus*, *Hieracium*, *Mentha*, *Salix*, etc., sont importants, mais ils ont le défaut d'être relatifs à des espèces très rapprochées les unes des autres, par conséquent assez confuses. En outre, on a presque toujours étudié les formes d'un certain pays, par exemple les Rubus d'Angleterre ou d'Allemagne, au lieu de comparer toutes les formes d'une certaine espèce de Rubus.

On demande par conséquent *une étude approfondie de quelques-unes des espèces de Linné, choisies parmi celles qui présentent plus ou moins de formes diverses*, en ayant égard aux conditions suivantes:

1°. Les espèces devraient être des plantes spontanées, au nombre de dix au moins et de vingt au plus, appartenant à deux familles

naturelles au moins, et habitant des pays bien explorés, tels que l'Europe, les Etats-Unis, etc.

2°. L'auteur devrait chercher, décrire et classer toutes les formes plus ou moins distinctes et plus ou moins héréditaires, qui rentrent dans des espèces linnéennes, en ayant soin d'indiquer leur habitation, leur station, et de dire s'il les a vues vivantes, ou dans les herbiers, ou s'il les mentionne d'après les livres.

3°. Il devrait étudier leur mode de fécondation et apprécier jusqu'à quel point certaines formes peuvent être attribuées à des croisements.

4°. Le degré d'hérédité des formes devrait être constaté par expérience, au moins dans un certain nombre de cas, et, lorsqu'il ne s'agit par d'espèces ligneuses, pendant deux générations au moins.

5°. Pour les espèces ligneuses, il faudrait constater la possibilité ou l'impossibilité de greffer les formes appartenant au même genre les unes sur les autres.

6°. La classification des formes en espèces, races ou sous-espèces, variétés, sous-variétés, variations, sous-variations et autres subdivisions qui seraient nécessaires, devrait être basée à la fois sur les formes extérieures et sur les affinités plus intimes démontrées par la fécondation et la greffe.

---

au 1er janvier 1878.

Nos connaissances sont encore très bornées au sujet de la quantité de limon et d'autres matières que les rivières charrient vers la Néerlande, des endroits où ces matières se déposent de préférence, et des circonstances qui influent sur leur transport et leur dépôt. On désire voir élucider ces divers points, pour une ou plusieurs des rivières de notre pays, par des mesures ou des expériences continuées pendant quelques années.

La Société recommande aux concurrents d'omettre dans leur travail tout ce qui n'a pas un rapport immédiat avec la question proposée. La Société désire trouver dans tout ce qu'on lui soumet la clarté unie à la concision, et les propositions démontrées nettement distinguées des considérations vagues et des faits mal établis.

Elle rappelle, en outre, qu'aucun mémoire écrit de la main de l'auteur ne sera admis au concours, et que même, une médaille eût-elle été adjugée, la remise n'en pourrait avoir lieu, si la main de l'auteur venait à être reconnue, entre-temps, dans le travail couronné. Les billets joints aux mémoires non couronnés seront détruits sans avoir été ouverts, à moins qu'on ne découvre que le travail présenté n'est qu'une copie extraite d'ouvrages imprimés; dans ce cas, le nom de l'auteur sera divulgué.

Tout membre de la Société a le droit de prendre part au concours, à condition que son mémoire, ainsi que le billet, soit signé de la lettre L.

Le prix offert pour une réponse satisfaisante à chacune des questions proposées, consiste, au choix de l'auteur, soit en une *médaille d'or* frappée au coin ordinaire de la Société et portant le nom de l'auteur et le millésime, soit en une somme de *cent-cinquante florins*; une prime supplémentaire de *cent-cinquante florins* pourra être accordée si le mémoire en est jugé digne.

Le concurrent qui remportera le prix ne pourra faire imprimer le mémoire couronné, soit séparément soit dans quelque autre ouvrage, sans en avoir obtenu l'autorisation expresse de la Société.

Les mémoires, écrits lisiblement, en *hollandais*, *français*, *latin*, *anglais*, *italien* ou *allemand* (mais non en caractères allemands), doivent être accompagnés d'un billet cacheté renfermant le nom de l'auteur, et envoyés franco au Secrétaire de la Société, le professeur E. H. von Baumhauer, à Harlem.

ARCHIVES NÉERLANDAISES

DES

SCIENCES EXACTES ET NATURELLES

PUBLIÉES PAR

LA SOCIÉTÉ HOLLANDAISE DES SCIENCES À HARLEM,

ET RÉDIGÉES PAR

E. H. VON BAUMHAUER

Secrétaire de la Société,

AVEC LA COLLABORATION DE

MM. D. Bierens de Haan, C. A. J. A. Oudemans, W. Koster,
C. H. D. Buijs Ballot et S. C. Snellen van Vollenhoven.

LA HAYE
MARTINUS NIJHOFF.

BRUXELLES C. MUQUARDT. — PARIS AUG. DURAND. — LEIPZIG T. O. WEIGEL

LONDRES TRÜBNER & C°. — WILLIAMS & NORGATE. — NEW-YORK B. WESTERMANN & C°. — F. W. CHRISTERN.

1873.

PREMIÈRE LIVRAISON.

CONDITIONS DE L'ABONNEMENT.

Les **Archives Néerlandaises des sciences exactes et naturelles** paraissent à des époques indéterminées, en livraisons de 6 à 12 feuilles d'impression, avec un nombre illimité de planches coloriées et noires.

Trente feuilles forment un volume.

Avec la dernière livraison de chaque volume les souscripteurs reçoivent gratis une table des matières, un titre général et une couverture.

Les abonnements engagent à un volume seulement. Les livraisons ne se vendent pas séparément.

Le prix du volume, avec les planches, est fixé à *fl.* 6.—.

On souscrit chez l'éditeur et chez tous les libraires des Pays-Bas et de l'étranger.

HARLEM. — IMPRIMERIE DES HÉRITIERS LOOSJES.

TOME VIII. 2me Livraison.

ARCHIVES NÉERLANDAISES

DES

SCIENCES EXACTES ET NATURELLES

PUBLIÉES PAR

LA SOCIÉTÉ HOLLANDAISE DES SCIENCES À HARLEM,

ET RÉDIGÉES PAR

E. H. VON BAUMHAUER

Secrétaire de la Société,

AVEC LA COLLABORATION DE

MM. D. Bierens de Haan, C. A. J. A. Oudemans, W. Koster,
C. H. D. Buijs Ballot et S. C. Snellen van Vollenhoven.

LA HAYE
MARTINUS NIJHOFF.

BRUXELLES C. MUQUARDT. — PARIS AUG. DURAND. — LEIPZIG T. O. WEIGEL.

LONDRES TRÜBNER & C°. — WILLIAMS & NORGATE. — NEW-YORK B. WESTERMANN & C°. — F. W. CHRISTERN.

1873.

